This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

600041284P

G.28.13.12.

E.BIBL.RADCL.

C
19712 e.70/1

Lehrbuch

der

Meteorologie

von

Ludwig Friedrich Kämtz,

Professor an der vereinigten Friedrichs-Universität zu Halle.

Pour decouvrir les lois de la nature, il faut, avant d'examiner les causes des perturbations locales, connaître l'état moyen de l'atmosphère et le type constant de ses variations.

HUMBOLDT.

Erster Band.

Mit drei lithographirten Tafeln.

Halle,
in der Gebauerschen Buchhandlung
1831.

Vorrede.

Im Jahre 1823 theilte der verstorbene Professor Meinecke in der hiesigen naturforschenden Gesellschaft seine Ansichten über die Oscillationen des Barometers mit. Nicht in der Atmosphäre, sondern im Innern der Erde, sollte ihre Ursache liegen; durch einen eigenthümlichen Prozeß, welchen er mit dem Namen des Athmens bezeichnete, sollte der Boden bald Luft absorbiren, bald wieder aushauchen, dadurch das Barometer bald sinken, bald steigen. Nachdem der Verfasser diese in ein neues Gewand gekleidete Hypothese Woodward's bekannt gemacht und nicht richtig aufgefaßte Thatsachen daraus abgeleitet hatte, waren die Meinungen über ihren Werth sehr getheilt. Einige Naturforscher, besonders diejenigen, welche nie eine Beobachtung des Barometers gemacht hatten und das ganze Instrument höchstens aus vor Zeiten gehörten Vorlesungen über Physik kannten, nahmen diese Hypothese um so lieber mit Beifall auf, da ihrer Phantasie hier ein großer Spielraum gegeben war. Herr Hofrath Keferstein verfolgte

dieſe Anſicht weiter und baute darauf ſeine Quellentheorie, deren höchſtes Princip der Satz war, daß die Erde atmoſphäriſche, alſo ſauerſtoffreiche Luft abſorbire, dieſe durch eine eigenthümliche, nicht näher angegebene, Function in Waſſer verwandle und den Rückſtand als kohlenſaure, alſo ſauerſtoffarme Luft wieder aushauche.

Der Gegenſtand gab Veranlaſſung zu manchen Discuſſionen in der gedachten Geſellſchaft; ich wurde aufgefordert, die Baſis dieſer Unterſuchung, die Abhandlung Meinecke's, näher zu prüfen. Eine flüchtige Anſicht dieſer Arbeit zeigte ſchon, daß ihr Urheber die Thatſachen ſelbſt nicht ganz richtig angegeben hatte; aus der Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche und ihrer ungleichen Aenderung für gleiche Differenzen der Breite leitete ich die Zunahme der unregelmäßigen Barometerſchwankungen mit der Entfernung vom Aequator her, und wies nach, daß die geognoſtiſche Beſchaffenheit des Bodens, welche Meinecke als die wichtigſte Urſache des Phänomenes angeſehen hatte, darauf nicht den geringſten Einfluß hätte. Indem ich für mehrere Orte die barometriſchen und thermometriſchen Windroſen entwickelte, zeigte ſich der innige Zuſammenhang beider ſehr auffallend. Die ſchnellen Aenderungen des Barometers bei Gewittern, die plötzlichen Aenderungen der Windrichtung bei dieſen Erſcheinungen, ſo wie bei dem Niederſchlage des Hagels, bewieſen, daß die Oscillationen der Wärme die wichtigſte Rolle bei den Barometerſchwankungen ſpielten, und daß die Hypotheſe, welche Leopold v. Buch einige Jahre früher entwickelt und auf ſo ſichere Principien baſirt hatte, die naturgemäße ſey. Ganz den v. Buch angegebenen Andeutungen folgend, theilte ich in dieſem in wenigen Wochen ausgearbeiteten Aufſatze die meiſten der in vorliegendem Werke aufgeſtellten Anſichten mit.

Als ich im Februar 1824 die barometrische und thermometrische Windrose für Stockholm bestimmte, fiel es mir bei Zusammenstellung der Beobachtungen auf, daß manche Winde im Sommer fast ganz fehlten, während sie im Winter häufig waren, und umgekehrt. Lambert's Formel, welche ich durch die Abhandlung des Herrn v. Buch kennen lernte, zeigte mir den Weg zur näheren Untersuchung dieses Gegenstandes: ich fand in Stockholm und Berlin eine bestimmte Abhängigkeit der Windrichtung von den Jahreszeiten. Herr Professor C. Ritter, welchem ich bei einer Durchreise durch Berlin die ersten von mir gefundenen Resultate mittheilte, munterte mich auf, den Gegenstand weiter zu verfolgen, und machte mich auf mehrere näher zu untersuchende Punkte, namentlich den Einfluß der Gebirge auf die mittlere Windrichtung, aufmerksam.

So fing ich im Sommer 1824 an, sämmtliche in den Mannheimer Ephemeriden mitgetheilten Beobachtungen des Windes zu bearbeiten, ich wollte alle vorhandenen Aufzeichnungen benutzen, fing die Arbeit in einem zu großen Maaßstabe an; länger als ich anfangs geglaubt hatte, hielt mich dieses Durchgehen der meteorologischen Tagebücher auf. Am Ende des Jahres 1826 hatte ich die meisten der im dritten Abschnitte für Deutschland und Italien mitgetheilten Resultate gefunden. Nachdem ich die Windverhältnisse im Allgemeinen kennen gelernt hatte, fing ich an, die Windrichtung bei den Niederschlägen des Regens und Schnees näher zu untersuchen. Schon im Anfange meiner Arbeit hatte ich gefunden, daß in Stockholm die mittlere Richtung aller Winde und die mittlere Richtung bei Niederschlägen fast auf einander senkrecht ständen. Ich hielt dieses Resultat für allgemein; eine Vergleichung der vom Herrn v. Buch für Berlin gegebenen Verhält-

nisse zeigte das Unhaltbare dieser Ansicht. Durch Beobachtungen an andern Orten lernte ich den Unterschied der Regenverhältnisse im nördlichen und mittleren Europa kennen, ich unterschied die beiden Gruppen von Klimaten, welche ich im vierten Abschnitte mit dem Namen der mitteleuropäischen und schwedischen bezeichnet habe.

So war dasjenige, was ich über das allgemeine Verhalten der Winde gesagt habe, bereits im Anfange des Jahres 1827 vollendet; ich wollte diese Arbeit in dem Jahrbuche für Physik und Chemie bekannt machen, als Schouw's Beiträge zur vergleichenden Klimatologie erschienen. Die Resultate in dieser Schrift stimmten nahe mit den von mir gefundenen überein, und ich hielt es für unnöthig, meine Arbeit bekannt zu machen. In einer Recension dieser Schrift, welche in der Allgemeinen Literatur-Zeitung für 1828 abgedruckt wurde, zeigte ich die Abweichungen der Ansichten Schouw's von den meinigen; ich machte aufmerksam, daß es nöthig sey, thermometrische Windrosen zu berechnen, und wies den Zusammenhang dieser mit den barometrischen nach, zugleich bemerkend, daß wir nicht im Stande seyen, den Stand des Barometers bei verschiedenen Winden blos aus der Temperatur herzuleiten, sondern daß wir zugleich auf die mittlere Richtung des Windes Rücksicht nehmen müßten. Dem Plane dieses kritischen Blattes zufolge konnte ich die Resultate nur kurz andeuten. Später erschien die ausführliche Arbeit des Herrn Professor Dove, in welcher er den Zusammenhang zwischen dem Stande des Barometers und Thermometers in Paris näher untersuchte. Auch in der Folge ist es mehrmals der Fall gewesen, daß Herr Professor Dove in seinen Aufsätzen in Poggendorff's Annalen Resultate mitgetheilt hat, zu denen ich ebenfalls gelangt war, und es dürfte dieser Umstand dazu dienen, die Wahr-

scheinlichkeit derselben zu zeigen. Zugleich giebt dieser Umstand einen Beweis ab, wie nichtig der von Gelehrten geführte Streit über die Priorität der Entdeckungen häufig ist. So wenig ich die Arbeiten des Herrn Dove vor ihrem Erscheinen kannte, eben so fest bin ich überzeugt, daß er Nichts von meinen Resultaten wußte. Indem wir beide dem von den Herren v. Buch und v. Humboldt angedeuteten Wege folgten, mußten wir sehr bald zu Resultaten gelangen, welche zum großen Theil übereinstimmten.

Bei einer Vergleichung des Umfanges der unregelmäßigen Barometerschwankungen erkannte ich außer der längst bekannten Zunahme dieses Elementes mit der Breite sehr bald eine Abhängigkeit von der Länge. Indem ich auf einer Karte die Punkte verband, an denen diese Größe gleich war, fand ich einige Aehnlichkeit zwischen diesen Linien und den magnetischen Isoklinen. Um einen Grund für diese Aehnlichkeit aufzusuchen, verfolgte ich aufs Neue einen Gegenstand, auf den ich schon im Anfange meiner Untersuchungen aufmerksam geworden war, dessen Bearbeitung ich mehrmals angefangen, aber auch wieder aufgegeben hatte, nämlich den Einfluß der Winde auf die unregelmäßigen Aenderungen der Declination. Nach Vollendung dieser mühsamen Arbeit erkannte ich die Abhängigkeit von den Winden fast eben so bestimmt, als uns dieses der Stand von Barometer und Thermometer zeigen.

Die Arbeit Gasparin's über die Regenverhältnisse von Europa, welche ich am Ende des Jahres 1828 kennen lernte, zeigte, daß auch bei diesem von mir bis dahin weniger beachteten Phänomene eine gewisse Regelmäßigkeit vorhanden wäre. Bei weiterer Verfolgung dieses Gegenstandes fand

ich, daß Gasparin's Eintheilung von Europa wenig brauchbar sey, da der Verfasser die Jahreszeiten nicht zweckmäßig angenommen hatte. Die Meinung, welche Herr v. Buch in seiner Abhandlung über das Klima der Canarischen Inseln aufgestellt hatte, schien die naturgemäße zu seyn. Ich wurde erst später auf das eigene Verhältniß zwischen den Winter- und Sommerregen aufmerksam, ein Verhältniß, welches wir auf eine ähnliche Art bei den Gewittern an den Küsten und im Innern des Continentes wieder finden. Wie wichtig diese Vertheilung des Regens im Jahre für die Temperatur der Luft und des Bodens sey, werde ich im zweiten Bande zeigen.

Verfolgt man sorgfältig die Fortschritte der Meteorologie, so gelangt man sehr bald zu der Ueberzeugung, daß dieser Theil der Physik erst in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts wissenschaftlicher behandelt wurde. Zwei Genfer Gelehrte, Saussure und de Luc, welche die Erscheinungen der Natur in den Schweizer Alpen studirten, zeigten, daß bei den oft complicirten Phänomenen in der Atmosphäre bestimmte Gesetze Statt fänden, daß man bei Untersuchung meteorologischer Gegenstände stets auf die klimatologischen Verhältnisse Rücksicht nehmen müßte. War ihr Streben auf denselben Punkt gerichtet, so wichen ihre Resultate sehr bedeutend von einander ab. Sich strenge an die Erfahrung haltend und nur auf vollkommen begründete Sätze weiter bauend, theilte Saussure in seinen Reisen durch die Alpen und in seiner Hygrometrie eine Menge scharfsinniger Bemerkungen mit, welche in Folge durch die Arbeiten anderer Naturforscher bestätigt sind. War auch de Luc in seinen Untersuchungen über die Modificationen der Atmosphäre noch demselben Wege gefolgt, so verließ er diesen fast ganz in seinen Ideen über die Meteorologie.

Durch ein schlechtes Instrument geleitet, dessen Sprache er nicht untersucht hatte, stellte er eine Menge von Sätzen auf, welche er zu schnell aus seinen Prämissen gefolgert hatte. Seine Hypothese, nach welcher fast alle Erscheinungen in der Atmosphäre durch chemische und electrische Prozesse bedingt werden sollten, fand um so mehr Beifall, da die gleichzeitigen Untersuchungen von Lavoisier, Scheele und Priestley über die Gase ihr zu Hülfe zu kommen schienen. De Luc stellte ein vollständiges System der Meteorologie auf, das sich ohne Mühe ausziehen und in den Lehrbüchern vortragen ließ. Die Untersuchungen von Saussure paßten nicht in das System und wurden daher übersehen.

Hemmte de Luc vielleicht durch seine voreiligen Behauptungen die Fortschritte der Wissenschaft, so verschaffte er der Meteorologie doch viele Freunde. Durch seine Arbeiten wurde auf den Mangel an Beobachtungen aufmerksam gemacht, die Zahl der meteorologischen Observatorien vermehrte sich. Der Kurfürst Carl Theodor von der Pfalz schickte nach fernen Gegenden Instrumente, welche alle bis dahin verfertigten an Genauigkeit übertrafen und vollkommen übereinstimmend waren. Nicht blos über Europa, sondern auch über America und Grönland verbreiteten sich die Bemühungen der Mannheimer meteorologischen Societät, und noch lange werden die von ihr herausgegebenen Ephemeriden die wichtigste Fundgrube für Meteorologie seyn.

Zwei Deutsche, die Herren v. Buch und v. Humboldt, verfolgten aufs Neue den von Saussure empfohlnen Weg. In einer Reihe von Abhandlungen, die seit dem Anfange dieses Jahrhunderts erschienen, machten sie auf die allgemeine klimatologische Behandlung der einzelnen Phänomene

aufmerksam. Die Arbeiten über die Vertheilung der Wärme auf der Erdoberfläche und über die barometrischen Windrosen gehören zu den wichtigsten und lehrreichsten, welche je erschienen sind. Wie wichtig die Resultate seyen, zu denen man gelangt, wenn man die hier angegebenen Ideen weiter verfolgt, das zeigen die Arbeiten des Herrn Professor Dove hinreichend.

Ausgezeichnete Geometer haben sich seit langer Zeit bemüht, die Gesetze vieler Erscheinungen auf analytischem Wege zu entwickeln. Die Arbeiten von d'Alembert, Fourier, Laplace, Tralles und Andern sind den Lesern wenigstens dem Namen nach bekannt. Ich habe auf diese Arbeiten wenig Rücksicht genommen. So überraschend zum Theil die darin vorgetragenen Resultate sind, so elegant häufig das Verfahren ist, durch welches die Endausdrücke gefunden wurden, so scheinen mir diese Arbeiten doch wichtiger für den Mathematiker, als für den Physiker. Es zeigen uns dieses besonders die neuesten Untersuchungen von Fourier über die Wärme der Erde. Bei diesem im hohen Grade verwickelten Phänomene leitet der Verfasser die Temperatur des Bodens nur aus der directen Einwirkung der Sonne her, und daher gelangt er zu dem Resultate, daß die Wärme des Bodens jetzt, wo die Hitze der Erde im Urzustande kaum an der Oberfläche wirksam ist, gleich der mittleren der Luft sey: ein Resultat, dessen Unrichtigkeit längst durch die Erfahrung bewiesen ist.

Mir schien es weit wichtiger, die Resultate der Beobachtungen mitzutheilen. Sorgfältig habe ich dasjenige aufgesucht, was ich in Reisen und Zeitschriften zerstreut fand. Fast ein jeder Abschnitt meiner Schrift wird es meiner Meinung nach zeigen, daß ich keine Mühe gescheut habe, Beobachtungen zu

vergleichen und daraus die wichtigsten Resultate herzuleiten; wenige Monographieen über einzelne Gegenstände der Meteorologie können wohl eine so große Zahl von einzelnen Zusammenstellungen aufweisen. Aber so zahlreich auch diese Berechnungen sind, so kann vielleicht niemand so vollkommen überzeugt seyn, wie viel hier noch zu thun, und wie unvollständig noch vieles entwickelt ist, als ich es bin. Gern hätte ich manche Vergleichungen umfassender angestellt; wer sich aber je mit ähnlichen Untersuchungen beschäftigt hat, weiß am besten, wie zeitraubend Arbeiten dieser Art sind, und wie man durch Zusammenstellungen, welche eine Zeit von mehreren Monaten erfordern, zuletzt zu einem Zahlenresultate gelangt, welches kaum eine Zeile füllt.

Bei Bearbeitung dieses Werkes habe ich, so weit es mir möglich war, die wichtigsten Untersuchungen früherer Physiker über dieselben Gegenstände verglichen und die Resultate derselben an geeigneten Stellen angegeben. Meistens sind die Titel nur kurz angedeutet, ein vollständiges Verzeichniß dieser so wie der benutzten Reisen werde ich am Schlusse des Werkes geben. Alles Fleißes ungeachtet ist mir Manches entgangen: so habe ich die Abhandlung des Herrn Prof. Dove über den Einfluß der Winde auf die Hydrometeoren ganz übersehen. Ich werde diese so wie mehrere andere Punkte am Schlusse des Werkes nachtragen. Die treffliche Abhandlung von Theodor v. Saussure über den Gehalt der Atmosphäre an Kohlensäure erschien erst, als der betreffende Abschnitt bereits gedruckt war.

Und somit schließe ich mit dem Wunsche, daß der Leser diese unter mancherlei ungünstigen Umständen verfaßte Schrift mit Wohlwollen aufnehmen möge. Habe ich nur etwas zur

Begründung dieſes noch wenig bearbeiteten Theiles der Phyſik gethan, ſo finde ich meine Anſtrengungen vollkommen belohnt: ſollte dieſe Schrift aber der Wiſſenſchaft keinen Vortheil bringen, dann würde ich mehrere Jahre meines Lebens verloren haben.

Halle, im April 1831.

L. F. Kämtz.

Inhalt.

Einleitung . . . . . S 1

Erster Abschnitt. Von der chemischen Beschaffenheit der Atmosphäre . . . . . — 14

Eudiometer S. 16. Anthrakometer S. 23. Aeltere Eudiometermessungen wenig richtig S. 24. Constante Verhältnisse zwischen Azot und Orygen S. 26. Gehalt an Kohlensäure S. 29. Hydrogen S. 32. Fehler bei Eudiometerbeobachtungen S. 34. Salzsaure Salze S. 35. Analyse des Regenwassers S. 36. Ersetzung des verloren gegangenen Orygens S. 39. Dalton's Gesetz S. 42. Verhältniß der Gase in verschiedenen Höhen S. 46.

Zweiter Abschnitt. Gang der Temperatur im Allgemeinen — 52

Aufhängung des Thermometers S. 55. Art, die Beobachtungen der Thermometers zu bearbeiten S. 59. Analytisches Verfahren, die Wärme eines Tages zu bestimmen S. 61. Stündliche Beobachtungen zu Padua und Entwickelung eines Ausdruckes für den Gang der Temperatur am Tage S. 63. Stündliche Beobachtungen in Leith S. 74, in Apenrade S. 80, und auf dem großen Ocean S. 81. Tägliche Wärmeextreme S. 82. Ihr Unterschied S. 87. Bestimmung der mittleren Temperatur eines Tages S. 90. Aus dem Maximum und

Minimum S. 91. Verfahren von Kreil S. 99. Correction des Mittels, wenn die Aufzeichnungen zu bestimmten Zeiten gemacht sind S. 101. Verfahren von Graf S. 103, von Großmann und Poggendorff S. 111. Thermometer im Boden S. 112. Die mittlere jährliche Wärme ist an jedem Orte nahe constant S. 114. Gang der jährlichen Wärme S. 116. Große Uebereinstimmung desselben in mittleren und höheren Breiten S. 124. Jahreszeiten S. 129. Herleitung der mittleren Jahreswärme aus den Beobachtungen einiger Monate S. 131. Differenz im Gange der Wärme in der Nähe des Meeres und im Innern der Continente S. 134. Abnahme der Temperatur mit der Entfernung vom Aequator S. 135, und mit der Erhebung über den Boden S. 136.

Dritter Abschnitt. Von den Winden . . . . . S. 138

Temperaturdifferenzen sind die wichtigste Ursache der Winde S. 138. Herleitung eines Ausdruckes für die Geschwindigkeit der Winde S. 140. Windfahne und Anemometer S. 150. Verschiedene Luftströme über einander S. 160. Herleitung des Endresultates aus den einzelnen Beobachtungen S. 163. Land- und Seewinde S. 168. Passate S. 173, im großen Oceane S. 177, im atlantischen Meere S. 180. Südwestwind der oberen Regionen S. 184. Monssons im indischen Meere S. 186, in andern Meeren S. 198, und im nördlichen Africa S. 201. Einwirkung der Küsten auf die regelmäßigen Winde S. 207. Winde in höheren Breiten auf dem Meere S. 208. Einige durch Temperaturdifferenz erzeugte Erscheinungen der Winde S. 210. In welcher Gegend sich der Wind zuerst zeigt S. 214. Die mittleren Windverhältnisse sind in höheren Breiten constant S. 215. Winde auf Madera S. 219, in England S. 220, in Frankreich und den Niederlanden S. 222, in Deutschland S. 224, in

Dänemark S. 227, in Norwegen S. 228, in Schweden S. 229, in Finnland S. 230, im Innern von Europa S. 231, in Italien S. 232, in Nordamerica S. 233. Einfluß der Jahreszeiten auf die Windrichtung S. 240. Vergleichung der Verhältnisse in höheren Breiten S. 250. Dove's Hypothese über die Drehung des Windes S. 251. Samum und verwandte Phänomene S. 259. Historische Bemerkungen S. 278.

Vierter Abschnitt. Von den Hydrometeoren . . . S. 287

Elasticität des Dampfes S. 287. Latente Wärme S. 301. Einwirkung der Luft auf die Verdunstung S. 305. Dichtigkeit des Dampfes S. 308. Hygrometer S. 310. Dampfmenge der Atmosphäre zu verschiedenen Tageszeiten S. 330, und Jahreszeiten S. 335. Einfluß der Winde auf die Angaben des Hygrometers S. 338. Abnahme des Dampfes mit der Höhe S. 342. Hutton's Princip für die Bildung der Niederschläge S. 351. Thau S. 352. Reif S. 363. Nebelbläschen S. 364. Nebel S. 367. Regenlosigkeit einiger Gegenden und Einfluß der Gebirge S. 373. Howard's Terminologie der Wolken S. 377. Höhe der Wolken S. 379. Eigenthümlichkeiten der einzelnen Wolkenarten S. 386. Vulcanische Regen S. 405. Schneefiguren S. 406. Regentage und Regenmenge S. 411. Regenmesser S. 412. Regenmenge in verschiedenen Höhen S. 417. Regenverhältnisse zwischen den Wendekreisen S. 422, auf Madera S. 431, in Portugal S. 432. Regenwinde S. 433. Eigenthümliche Richtung derselben in Schweden S. 440. Regenmenge in verschiedenen Breiten S. 442. Verhalten zwischen dem verdunsteten Wasser und dem Niederschlage S. 444. Untersuchungen von Dalton, Gasparin und Buch über die Regenverhältnisse in höheren Breiten S. 447. Verhältniß der Regenmenge in England S. 450, an der Westküste von Frankreich und den Niederlanden

S. 454, in der weſtrheiniſchen Gruppe S. 456, in Deutſchland S. 458. Verhältniſſe der Winter- und Sommerregen S. 461. Regen im Innern von Europa S. 463, in Scandinavien S. 465, in der Gruppe des Rhonethales S. 468. in Italien S. 472. Einfluß der Regenverhältniſſe auf die Vegetation im ſüdlichen Frankreich und in Italien S. 481. Regenverhältniſſe in Nord-America S. 483, in Neuholland und andern Gegenden außer Europa S. 485. Verhältniſſe der Regentage und der Größe des täglichen Niederſchlages in England S. 487, im weſtlichen Frankreich und den Niederlanden S. 489, in der weſtrheiniſchen Gruppe S. 491, in Deutſchland S. 492, im Innern des alten Continentes S. 496. Vergleichung dieſer Verhältniſſe S. 498. Gruppe des Rhonethales S. 500, Italien S. 503, in andern Gegenden am mittelländiſchen Meere S. 504. Reſultate S. 506.

Ein-

Einleitung.

In der gasförmigen Hülle, welche die Erde umgiebt, und welche wir Atmosphäre nennen, bemerken wir selbst ohne Anwendung künstlicher Instrumente eine große Zahl von Veränderungen. Fast an keinem Punkte der Erde ist der Zustand der Atmosphäre längere Zeiten ein constanter; das Ansehen derselben, die Witterung, ist vielen Schwankungen unterworfen. Wir finden, um nur einige Fälle zu erwähnen, daß gewöhnlich einige Zeit vor dem Aufgange der Sonne die Wärme der Luft am kleinsten ist, sodann nach und nach zunimmt, bis sie um 2 Uhr Abends ihr Maximum erreicht, worauf sie wieder bis zum folgenden Morgen sinkt; die ganze Atmosphäre ist bald heiter und der Himmel erscheint mit einer mehr oder weniger tiefen blauen Farbe, während zu andern Zeiten Wolken von dem blendendsten Weiß fast mit allen Farbennüancen bis zum dunkelsten Schwarz sich in der Luft zeigen; bald ist die Atmosphäre fast ganz trocken, und Wasser in einem offenen Gefäße der Luft ausgesetzt, verdunstet mit großer Schnelligkeit, während sich zu andern Zeiten Feuchtigkeit aus der Atmosphäre niederschlägt, geschehe dieses nun langsam, wie beim Thau, oder fast in Strömen, wie beim Gewitterregen. Alle diese Aenderungen im Zustande der Atmosphäre, diese Erscheinungen, welche ihren Sitz in derselben haben, wollen wir Meteore, und denjenigen Theil der Physik, welcher sich mit Beschreibung und Erklärung derselben beschäftigt, Meteorologie nennen.

Die meisten Physiker haben die Lehre von den Meteoren mit dem Namen Meteorologie bezeichnet; andere haben den Ausdruck Atmosphärologie oder Witterungslehre vorgezogen; beide sind eben so passend, es scheint mir jedoch kein Grund vorhanden, den älteren Ausdruck aufzugeben, außerdem

S. 454, in der westrheinischen Gruppe S. 456, in Deutschland S. 458. Verhältnisse der Winter- und Sommerregen S. 461. Regen im Innern von Europa S. 463, in Scandinavien S. 465, in der Gruppe des Rhonethales S. 468. in Italien S. 472. Einfluß der Regenverhältnisse auf die Vegetation im südlichen Frankreich und in Italien S. 481. Regenverhältnisse in Nord-America S. 483, in Neuholland und andern Gegenden außer Europa S. 485. Verhältnisse der Regentage und der Größe des täglichen Niederschlages in England S. 487, im westlichen Frankreich und den Niederlanden S. 489, in der westrheinischen Gruppe S. 491, in Deutschland S. 492, im Innern des alten Continentes S. 496. Vergleichung dieser Verhältnisse S. 498. Gruppe des Rhonethales S. 500, Italien S. 503, in andern Gegenden am mittelländischen Meere S. 504. Resultate S. 506.

Ein-

Einleitung.

In der gasförmigen Hülle, welche die Erde umgiebt, und welche wir Atmosphäre nennen, bemerken wir selbst ohne Anwendung künstlicher Instrumente eine große Zahl von Veränderungen. Fast an keinem Punkte der Erde ist der Zustand der Atmosphäre längere Zeiten ein constanter; das Ansehen derselben, die Witterung, ist vielen Schwankungen unterworfen. Wir finden, um nur einige Fälle zu erwähnen, daß gewöhnlich einige Zeit vor dem Aufgange der Sonne die Wärme der Luft am kleinsten ist, sodann nach und nach zunimmt, bis sie um 2 Uhr Abends ihr Maximum erreicht, worauf sie wieder bis zum folgenden Morgen sinkt; die ganze Atmosphäre ist bald heiter und der Himmel erscheint mit einer mehr oder weniger tiefen blauen Farbe, während zu andern Zeiten Wolken von dem blendendsten Weiß fast mit allen Farbennüancen bis zum dunkelsten Schwarz sich in der Luft zeigen; bald ist die Atmosphäre fast ganz trocken, und Wasser in einem offenen Gefäße der Luft ausgesetzt, verdunstet mit großer Schnelligkeit, während sich zu andern Zeiten Feuchtigkeit aus der Atmosphäre niederschlägt, geschehe dieses nun langsam, wie beim Thau, oder fast in Strömen, wie beim Gewitterregen. Alle diese Aenderungen im Zustande der Atmosphäre, diese Erscheinungen, welche ihren Sitz in derselben haben, wollen wir Meteore, und denjenigen Theil der Physik, welcher sich mit Beschreibung und Erklärung derselben beschäftigt, Meteorologie nennen.

Die meisten Physiker haben die Lehre von den Meteoren mit dem Namen Meteorologie bezeichnet; andere haben den Ausdruck Atmosphärologie oder Witterungslehre vorgezogen; beide sind eben so passend, es scheint mir jedoch kein Grund vorhanden, den älteren Ausdruck aufzugeben, außerdem

Minimum S. 91. Verfahren von Tralles S. 99. Correction des Mittels, wenn die Aufzeichnungen zu beliebigen Zeiten gemacht sind S. 101. Verfahren von Gauß S. 108, von Graßmann und Poggendorff S. 111. Thermometer im Boden S. 112. Die mittlere jährliche Wärme ist an jedem Orte nahe constant S. 114. Gang der jährlichen Wärme S. 116. Große Uebereinstimmung desselben in mittleren und höheren Breiten S. 124. Jahreszeiten S. 129. Herleitung der mittleren Jahreswärme aus den Beobachtungen einiger Monate S. 131. Differenz im Gange der Wärme in der Nähe des Meeres und im Innern der Continente S. 134. Abnahme der Temperatur mit der Entfernung vom Aequator S. 135, und mit der Erhebung über den Boden S. 136.

Dritter Abschnitt. Von den Winden . . . . . S. 138

Temperaturdifferenzen sind die wichtigste Ursache der Winde S. 138. Herleitung eines Ausdruckes für die Geschwindigkeit der Winde S. 140. Windfahne und Anemometer S. 150. Verschiedene Luftströme über einander S. 160. Herleitung des Endresultates aus den einzelnen Beobachtungen S. 163. Land- und Seewinde S. 168. Passate S. 173, im großen Oceane S. 177, im atlantischen Meere S. 180. Südwestwind der oberen Regionen S. 184. Mousson im indischen Meere S. 186, in andern Meeren S. 198, und im nördlichen Africa S. 201. Einwirkung der Küsten auf die regelmäßigen Winde S. 207. Winde in höheren Breiten auf dem Meere S. 208. Einige durch Temperaturdifferenz erzeugte Erscheinungen der Winde S. 210. In welcher Gegend sich der Wind zuerst zeigt S. 214. Die mittleren Windverhältnisse sind in höheren Breiten constant S. 215. Winde auf Madera S. 219, in England S. 220, in Frankreich und den Niederlanden S. 222, in Deutschland S. 224, in

fallenden Namen zu bezeichnen; auf der andern Seite scheint es uns aber unzweckmäßig, in einem Lehrbuche der Meteorologie eine ausführliche Astronomie zu geben, da diese hier wohl Niemand suchen wird.

Achten wir auf die Veränderungen der Atmosphäre an demselben Orte und zu derselben Jahreszeit in verschiedenen Jahren, vergleichen wir ferner den Gang und die Größe dieser Aenderungen an verschiedenen Orten derselben Halbkugel der Erde in einerlei Jahreszeiten, nehmen wir Rücksicht auf die größere oder geringere Entfernung dieser Orte von dem Ufer des Meeres oder von hohen Gebirgen, so entdecken wir sehr bald bedeutende Unterschiede. So fällt Thau in manchen Gegenden in so reichlicher Menge, daß die Kleider der Reisenden davon ganz durchnäßt werden, während er in andern unbekannt ist. Fast allenthalben auf der Erde regnet es, aber welch' ein Kontrast zwischen den reichen Niederschlägen in den am Meere gelegenen Tropenländern und der geringen Regenmenge im Innern großer Kontinente, z. B. Persien und der Sahara! Während sich zwischen den Tropen oft mehrere Monate hindurch keine Wolken am Himmel zeigen und der ewig heitere Himmel den europäischen Reisenden durch seine Einförmigkeit ermüdet [4]), giebt es andere Gegenden, in denen ein heiterer Tag zu den Seltenheiten gehört. Nirgends auf der Erde ist die Atmosphäre ruhig, aber während an einem Orte der Wind das ganze Jahr oder doch mehrere Monate fast unverändert aus derselben Gegend kommt, ist seine Veränderlichkeit in andern Gegenden sprichwörtlich geworden. Alle diese Verschiedenheiten im Gange der Witterung, diese geographische Verbreitung der Witterungsveränderungen muß die Meteorologie untersuchen. Durch die Art, wie die Wärme an einem Orte vertheilt ist, durch die Meteore, welche sich dort zeigen und in welcher Reihe dieselben folgen, wird sein Klima bestimmt. Wir können deshalb diesen geographischen Theil der Meteorologie zweckmäßig Klimatologie nennen [5]). Indessen möchte es wohl schwer seyn, bei Behandlung der Wissenschaft die Meteoro-

4) Golberry Fragmens II, 366. Ker-Porter Persia II, 69 und andere.

5) Eben so Schouw Beiträge zur vergleichenden Klimatologie I, 2.

S. 454, in der westrheinischen Gruppe S. 456, in Deutschland S. 458. Verhältnisse der Winter- und Sommerregen S. 461. Regen im Innern von Europa S. 463, in Scandinavien S. 465, in der Gruppe des Rhonethales S. 468. in Italien S. 472. Einfluß der Regenverhältnisse auf die Vegetation im südlichen Frankreich und in Italien S. 481. Regenverhältnisse in Nord-America S. 483, in Neuholland und andern Gegenden außer Europa S. 485. Verhältnisse der Regentage und der Größe des täglichen Niederschlages in England S. 487, im westlichen Frankreich und den Niederlanden S. 489, in der westrheinischen Gruppe S. 491, in Deutschland S. 492, im Innern des alten Continentes S. 496. Vergleichung dieser Verhältnisse S. 498. Gruppe des Rhonethales S. 500, Italien S. 503, in andern Gegenden am mittelländischen Meere S. 504. Resultate S. 506.

Ein-

Schifffahrt so beschwerlich machenden Dämon zu tödten [8]). Daher finden wir denn auch, um bei einem verwandten Phänomene stehen zu bleiben, daß die Erdbeben von rohen Völkern stets für eine unmittelbare Wirkung der Gottheit gehalten werden. Das Erdbeben, welches Sodom und Gomorra zerstörte, wurde geschickt, um die ruchlosen Bewohner beider Städte zu vertilgen [9]). Die Rabbinen glauben, daß Gott zu der Stunde, wo er sich an die Schmerzen seiner unter fremden Völkern wohnenden Kinder erinnere, zwei Tropfen ins Meer fallen lasse und daß die auf diese Art erzeugte Erschütterung Ursache der Erdbeben sey [10]). Und eine große Masse ähnlicher Fälle, von dem Schleier der heiligen Agathe bis zu den zu stark geheizten Oefen der Berggeister im Innern der Berge Kamtschatka's, ließe sich mit Leichtigkeit aufzählen [11]).

So alt jedoch auch die Bemühungen sind, Erscheinungen in der Atmosphäre zu erklären, so ist doch die Meteorologie derjenige Theil der Physik, in welchem noch die meiste Dunkelheit herrscht; nur von wenigen Phänomenen sind wir im Stande die eigentliche Ursache anzugeben [12]); fast nie können wir bei einem bestimmten Ansehen des Himmels, bei einem gegebenen Stande der Instrumente mit Bestimmtheit sagen, welche Witterung nunmehr erfolgen werde; noch viele Arbeiten werden erforderlich seyn, wenn die Meteorologie den wichtigsten Forderungen genügen soll, welche an eine Wissenschaft gemacht werden können.

Die Ursache dieser verhältnißmäßig geringeren Fortschritte der Meteorologie liegt darin, daß wir mit der Atmosphäre keine Versuche anstellen können [13]). In der Experimentalphysik wird es uns weit leichter den Zusammenhang der Erscheinungen aufzusuchen, und wenn wir auch nicht im Stande sind, das innere Wesen der Kräfte anzugeben, so können wir doch den Körper, an

8) Dampier Traité des Vents p. 34.

9) Genesis XVIII u. XIX.

10) Eisenmenger entdecktes Judenthum. 4. Königsberg 1711. S. 25.

11) Vgl. Cook troisième Voyage I, 299. Steller Kamtschatka S. 47 u. 266.

12) Daniell Essays p. 2.

13) Kastner Meteorol. I, 7.

welchem wir eine Erscheinung beobachtet haben, verschiedenartigen Bedingungen unterwerfen und ganz nach Willkühr eine oder mehrere Kräfte auf ihn wirken lassen. Völlig unmöglich ist dieses Verfahren in der Meteorologie; wir können hier nur die Beobachtung der Erscheinungen, die Folge, in welcher sie sich zeigen, untersuchen und aus ihrer Vergleichung allgemeingültige Resultate herleiten. Aber außer dem Mangel guter Beobachtungen scheint in der Art, wie diese Beobachtungen bearbeitet sind und häufig bearbeitet werden, ein anderer Grund für die geringen Fortschritte der Meteorologie zu liegen. Es würde der Zustand dieser Wissenschaft bei weitem vollkommener seyn, wenn man bei Herleitung der Gesetze das Verfahren der Astronomen befolgt hätte. Während diese zuerst den Lauf eines Himmelskörpers im Allgemeinen berechnen, ohne auf die Störung durch die benachbarten Planeten Rücksicht zu nehmen, suchen die Meteorologen zuerst einzelne Erscheinungen, Perturbationen gleichsam im Laufe der Witterung, an einem Orte zu erklären, ohne auf den allgemeinen Lauf der Witterung an diesem Punkte und die atmosphärischen Erscheinungen in benachbarten Gegenden Rücksicht zu nehmen [14]). Da nun die Ursache vieler Aenderungen, welche sich in der Atmosphäre des mittleren Europa zeigen, in Sibirien oder im atlantischen Meere liegen kann, da bedeutende Aenderungen im Gleichgewichte der Luft fast zu gleicher Zeit in Nordamerika und im Innern von Rußland, in den Niederlanden und am Euphrat wahrgenommen werden [15]), so kann es nicht fehlen, daß hier bei aller Aufmerksamkeit viele Punkte übersehen werden [16]). Und es ist nicht leicht, gleichzeitige Phänomene genau zu untersuchen. Wir wissen namentlich dann, wenn wir nur isolirte Phänomene betrachten, nicht immer was Ursache und was Wirkung war; nur dann, wenn wir dieselbe, oft wiederkehrende Erscheinung in verschiedenen ungleich gelegenen Gegenden der Erde untersuchen, werden wir in den Stand gesetzt, das Locale vom Allgemeinen zu trennen. Wir erkennen auf diese Art am besten die ewige Wechsel-

14) Vgl. G. Ch. Lichtenberg Schriften IX, 155 u. Humboldt in den Annales de Chimie VIII, 190.

15) S. Barometerschwankungen.

16) Daniell Essays p. 2.

wirkung zwischen den verschiedenen Theilen des Luftkreises und sehen sehr bald ein, daß dasjenige, welches gegenwärtig Wirkung vorhergehender Phänomene war, im nächsten Momente Ursache künftiger Erscheinungen wird.

Ich will indessen nicht länger dabei verweilen, die Mängel der Wissenschaft anzugeben, sondern sogleich die Ordnung angeben, in welcher die folgenden Untersuchungen mitgetheilt werden sollen.

Betrachten wir zuerst die chemische Beschaffenheit der Atmosphäre, so zeigt eine nähere Untersuchung, daß dieselbe außer mehreren mechanisch in die Höhe gerissenen Körpern vorzüglich aus zwei Hauptbestandtheilen zusammengesetzt ist, permanent elastischen Gasen und Dämpfen. Da indessen die Menge der an einem Orte vorhandenen Dampfmenge von sehr vielen Umständen, namentlich der Temperatur, der Entfernung vom Meere und den Winden abhängt, so ist dieselbe an verschiedenen Punkten sehr ungleich, ja an demselben Orte keinesweges constant. Wir wollen deshalb bei der chemischen Untersuchung der Atmosphäre den Wasserdampf ganz außer Acht lassen und nur die trockenen Gase berücksichtigen.

Unter allen Modificationen der Atmosphäre zeigt sich keine so deutlich und so auffallend, als der Wechsel von Wärme und Kälte, sowohl im Laufe des Tages als des Jahres. Während viele andere Untersuchungen mehr oder weniger zusammengesetzte Apparate erfordern, zeigen uns schon unsere Sinne diesen Wechsel an. Wir wollen daher unter allen physischen und mechanischen Aenderungen der Atmosphäre zuerst den Gang der Temperatur untersuchen; es scheint uns dieses um so zweckmäßiger, da die Erwärmung der Luft durch die Sonne Ursache von sehr vielen andern Erscheinungen ist. Wir wollen demnach in diesem Theile der Meteorologie den Gang der Temperatur während eines Tages und während eines Jahres im Allgemeinen betrachten, ohne auf den ungleichen Unterschied zwischen den mittleren Wärmegraden in den wärmsten und kältesten Zeiten dieser Perioden Rücksicht zu nehmen; eben so wollen wir die Abnahme des Thermometerstandes von dem Aequator bis zu den Polargegenden nur kurz erwähnen, ohne die ungleiche mittlere Wärme, welche sich in derselben Breite auf Inseln und im Innern der Continente, im Mi-

veau des Meeres und auf hohen Bergen zeigt, näher zu unterſuchen.

Durch die Wärme der Sonnenſtrahlen werden zwei andere Klaſſen von Aenderungen in der Atmoſphäre bedingt, von welchen die eine Urſache von ſehr vielen anderen Erſcheinungen iſt und das Klima einzelner Gegenden mannigfaltig modificirt. Wenn eine Luftſäule mehr erwärmt wird, als eine benachbarte, ſo erreicht ſie dadurch eine größere Höhe; nach den Geſetzen der Aerodynamik müſſen hier ſogleich Bewegungen in der Atmoſphäre, Winde, entſtehen. Durch dieſe Winde wird das Gewicht der über einem Orte befindlichen Luftſäule vielfach geändert, kältere Gegenden mit wärmeren, feuchte mit trocknen in Verbindung geſetzt und durch dieſen Austauſch ſehr viele Phänomene erzeugt oder modificirt.

Der größte Theil der Erde iſt mit Waſſer bedeckt, ſelbſt die Oberfläche des Feſtlandes zeigt viele und bedeutende Waſſermaſſen. So wie Waſſer von der Sonne erwärmt wird, verwandelt es ſich in elaſtiſchen Dampf, welchen wir allenthalben in der Atmoſphäre antreffen. Da die Menge des verdunſteten Waſſers von der Temperatur abhängt, da die Luft bei jedem Thermometerſtande eine verſchiedene Dampfmenge zur Sättigung erfordert, ſo müſſen wir hier zunächſt den hygrometriſchen Zuſtand der Atmoſphäre zu verſchiedenen Zeiten des Tages und Jahres unterſuchen. Da ferner die Winde zu einem Orte Luft ſowohl vom Meere als aus dem Innern des Landes führen, ſo müſſen wir hier zu beſtimmen ſuchen, wie groß die in der Atmoſphäre eines Ortes enthaltene Dampfmenge bei verſchiedenen Winden iſt. Zeigt ſich dann bei dieſer Vergleichung, daß die Luft zu gewiſſen Zeiten mit Dämpfen faſt geſättigt iſt, dann bedarf es nur einer geringen Erniedrigung der Temperatur, damit ein Niederſchlag Statt finde. Wir wollen ſodann die Bildung von Thau, Nebeln, Wolken und Regen betrachten, und unterſuchen, in welchen Gegenden der Erde und unter welchen Verhältniſſen ſich dieſelben vorzugsweiſe zeigen.

Erſt jetzt wird es uns möglich, den Gang, welchen die Wärme ſowohl während eines Tages, als während eines Jahres befolgt, genauer zu verfolgen. Da die Winde Luftſchichten aus ſehr entfernten Gegenden mit einander vermiſchen, ſo iſt ihr Ein-

fluß auf die Wärme der Luft sehr bedeutend; wir wollen deshalb hier den Stand des Thermometers bei verschiedenen Winden untersuchen. Nicht minder einflußreich auf die Temperatur einer Gegend ist der hygrometrische Zustand der Atmosphäre. Da Wasserdampf bei der Entstehung oder beim Niederschlage Wärme bindet oder entbindet, da Nebel oder Wolken bald die Erwärmung durch die Sonne, bald die Erkaltung durch die Wärmestrahlung verhindern, so muß dadurch das Klima eines Ortes auf mancherlei Weise geändert werden: das zu verschiedenen Zeiten herabgefallene Wasser, welches zum großen Theile in den Boden dringt, wird die Wärme von diesem modificiren und dadurch einen mehr oder weniger großen Einfluß auf die Temperatur der Luft ausüben.

Erst nachdem die Gesetze für die Vertheilung der Wärme, die Verbreitung des Dampfes und die Richtung der Winde angegeben sind, wird es uns möglich, auf die Aenderungen im Gewichte der Atmosphäre Rücksicht zu nehmen. Wir wollen demnach den Stand des Barometers zu verschiedenen Zeiten des Tages und Jahres angeben, das Gewicht der trockenen Luft am Spiegel des Meeres in verschiedenen Breiten zu bestimmen suchen und dann zeigen, wie groß der mittlere Barometerstand an einem Orte bei verschiedenen Winden sey und in welchem Zusammenhange derselbe mit der Temperatur bei diesem Winde und der mittlern Luftströmung stehe. Nach diesen Untersuchungen wird es dann begreiflich werden, weshalb die unregelmäßigen Schwankungen des Barometers im Sommer kleiner sind, als im Winter, weshalb sie mit der Annäherung an die Pole wachsen und auf einerlei Breite im Innern der Continente abnehmen. Da die Richtung des Windes beim Regen untersucht, da gezeigt worden ist, unter welchen Umständen die Wolken gebildet werden, so können wir hier über den Stand des Barometers bei wässerigen Niederschlägen reden.

So haben wir denn die allgemeinen Phänomene untersucht, welche in Beziehung auf Wärme, Feuchtigkeit und Gewicht der Atmosphäre zu beachten sind. Wenn indessen Dampf entwickelt oder niedergeschlagen wird, wenn Luftströme von verschiedener Temperatur auf einander treffen, wenn endlich die Vegetation im raschen Fortgange begriffen ist, so findet in der Regel Entwicke-

lung von Electricität Statt. Diese atmosphärische Electricität zeigt sich in geringer Stärke fast zu allen Zeiten des Tages und Jahres, gehört also zu den allgemeinen Erscheinungen der Atmosphäre; sie tritt dagegen sehr mächtig bei den mehr localen Gewittern und den Niederschlägen des Hagels hervor. Indem wir diese Phänomene behandeln, wollen wir auch einige der wichtigsten Theorieen der Meteorologie, welche auf Electricität basirt sind, einer näheren Prüfung unterwerfen.

Wir haben auf diese Art die wichtigsten Phänomene, deren Entstehung durch die Wärme der Sonne bedingt wird, der Reihe nach verfolgt; wir wollen nun die Sonne als leuchtenden Körper betrachten. Die Untersuchung der Phänomene, welche von dem Lichte der Sonne erzeugt werden, kann erst hier ihren Platz finden, weil die Hydrometeore bei diesen Erscheinungen eine wichtige Rolle spielen. Wir werden in diesem Theile von der Durchsichtigkeit der Atmosphäre und ihrer Farbe handeln, die Gesetze der Dämmerung näher entwickeln und die Entstehung des Regenbogens und der Höfe, so wie der mit den letzteren zusammenhängenden Nebensonnen und Lichtsäulen angeben. Eben so wollen wir hier die wichtigsten Gesetze der Luftspiegelung und der terrestrischen Strahlenbrechung, so wie das Funkeln der Sterne in so fern betrachten, als diese Erscheinungen mit atmosphärischen Phänomenen zusammenhängen.

In der Atmosphäre bemerken wir zuweilen Körper, welche sich in keinem der bisher gedachten Abschnitte behandeln lassen; Feuerkugeln und Sternschnuppen sind die wichtigsten derselben. So wenig wir den Ursprung beider kennen, so ist es wenigstens nicht erwiesen, daß sie von außen zur Erde gelangen; es scheint daher bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse von ihnen am zweckmäßigsten, die Art wie sich jene problematischen Körper zeigen, die Bestandtheile aus denen sie zusammengesetzt sind und andere Eigenthümlichkeiten von ihnen in der Meteorologie abzuhandeln. Nachdem wir von der Größe des Luftdruckes gesprochen und die Gesetze der Dämmerung angegeben haben, so scheint es hier am Schlusse unserer Untersuchungen, wo von der Höhe die Rede ist, in welcher sich jene Körper bewegen, am zweckmäßigsten, die häufig sogleich im Anfange der Meteorologie

aufgeworfene Frage, wie weit ſich die Atmoſphäre erſtrecke, zu beantworten.

Bei allen bisher genannten Unterſuchungen haben wir nur auf den Einfluß der Sonne Rückſicht genommen und die Phänomene erwähnt, welche durch das Licht und die Wärme dieſes Himmelskörpers erzeugt oder modificirt werden. Erſt jetzt, wo wir mit den allgemeinen Verhältniſſen des Luftkreiſes bekannt geworden ſind, können wir auf die Einwirkung der übrigen Himmelskörper, namentlich des Mondes und unſerer Erde, Rückſicht nehmen. Wir werden hier alſo unterſuchen, ob der Mond auf den Gang der Witterung einen Einfluß äußere, wir werden uns bemühen, zu beſtimmen, ob Erdbeben und vulcaniſche Erſcheinungen Aenderungen im Zuſtande der Atmoſphäre hervorbringen. Hier ſcheinen dann auch mehrere andere Erſcheinungen, zu denen namentlich der Höhenrauch gehört, ihre zweckmäßigſte Stelle zu finden.

Alle bisher genannten Gegenſtände ſind diejenigen, welche in den Schriften über Meteorologie gewöhnlich abgehandelt werden; ſoll aber dieſer Theil der Phyſik recht fruchtbringend und vollſtändig werden, ſo müſſen wir nothwendig auch die Klimatologie behandeln. Die einzigen Nachrichten welche wir über dieſe Lehre beſitzen, ſind, mit Ausnahme eines Theils von Europa, in einer großen Maſſe von Schriften, namentlich den Tagebüchern der Reiſenden zerſtreut; an eigentlichen Vorarbeiten fehlt es faſt ganz, denn einiges Wenige, was ſich in Torbern Bergmann's phyſicaliſcher Beſchreibung der Erdkugel befindet, iſt aus dieſer faſt in alle ſpäteren Werke unverändert übergegangen. Der Beſchaffenheit der Quellen wegen wird daher dieſer Theil der Meteorologie noch lange lückenhaft bleiben, um ſo mehr, wenn wir alle Verhältniſſe, namentlich den Einfluß des Klima's auf das Gedeihen organiſcher Geſchöpfe, entwickeln wollen. Die Schwierigkeiten bei Bearbeitung dieſes Gegenſtandes ſcheinen die wichtigſte Urſache zu ſeyn, weshalb derſelbe ſo lange unbeachtet geblieben iſt. Dazu kommt, daß hier eine genaue Kenntniß des Landes, ein ſcharfes Auffaſſen ſeiner Umriſſe nach allen Dimenſionen erforderlich iſt. Hat man ſich aber durch einen großen Theil dieſer Schwierigkeiten hindurch gearbeitet, hat man erſt einige Landſtrecken auf dieſe Art verglichen und ſchließt an dieſe die benach-

barten, dann wird die Arbeit im hohen Grade belohnend und intereſſant. Es zeigt ſich dann hier auf das Beſtimmteſte, daß die Anſichten der älteren Phyſiker, welche das ganze Klima eines Ortes aus ſeiner Polhöhe ableiteten, ſehr viele Modificationen erleiden. So haben, um aus einer großen Anzahl von Fällen nur wenige zu erwähnen, die beiden Küſten von Hindoſtan zu derſelben Zeit völlig entgegengeſetzte Jahreszeiten; ſo finden wir auf dem Hochlande Habeſch mehrere Monate hindurch faſt täglich Gewitter, und eben dieſes Phänomen zeigt ſich häufig auf dem mittelländiſchen Meere, während die Gewitter in dem zwiſchenliegenden Ober-Aegypten ſo ſelten ſind, daß die dortigen Gelehrten daſſelbe einem zürnenden Engel zuſchreiben [17]). Wir finden hier bei dieſen Unterſuchungen daſſelbe Geſetz, welches ſich auch in der politiſchen Geſchichte zeigt, daß nicht ſowohl Meere als vielmehr Gebirge die Scheiden der Witterung ſo wie der Völker ſind; ja es ließe ſich, wenn wir dieſen Vergleich hier durchführen wollten, eine große Menge von Fällen dieſer Art anführen. Jenes Hochland Aſiens, von wo aus die Hunnen und Dſchingis-Chan's Schaaren ſich über die Ebene verbreiteten, iſt von jeher der Sitz gewaltiger Stürme geweſen, welche ſich in die Tiefe hinabſtürzten und dort viel Unheil anrichteten. Ja manche Begebenheiten der Geſchichte finden hier ihren beſten Aufſchluß. So waren die Perſer nie in Gegenden am Meere ſiegreich. Ihr Körper war an ein höchſt trockenes Klima gewöhnt; ihre ſich nie oxydirenden Waffen waren ſtets glänzend; ſo wie ſie ſich aber dem feuchten Elemente näherten, verſchwand die Kraft ihres Körpers, die Elaſticität ihrer Bögen [18]). Und viele Sagen, welche uns in der Bibel überliefert ſind, finden in dem Klima und in der Naturbeſchaffenheit jener Gegenden eine einfache Erklärung; Exegeten, welche von Jugend auf verſchiedene Naturverhältniſſe kannten, haben ſich häufig geirrt, wenn ſie ihre Erklärung auf Erſcheinungen in Europa ſtützten. Auch die Kunſtfertigkeiten, welche die Bewohner mancher Gegenden beſitzen, finden hierin ihren Grund. Nicht ſelten werden die Künſtler Aegyptens auf Koſten der unſrigen erhoben; wir finden nach Jahrtauſenden in ihren Tempeln und Gräbern die Farben ſo

17) Dénon Egypte p. 107. vgl. 2 Buch Moſe IX, 22.

18) C. Ritter Erdkunde II, 97 fg.

fluß auf die Wärme der Luft sehr bedeutend; wir wollen deshalb hier den Stand des Thermometers bei verschiedenen Winden untersuchen. Nicht minder einflußreich auf die Temperatur einer Gegend ist der hygrometrische Zustand der Atmosphäre. Da Wasserdampf bei der Entstehung oder beim Niederschlage Wärme bindet oder entbindet, da Nebel oder Wolken bald die Erwärmung durch die Sonne, bald die Erkaltung durch die Wärmestrahlung verhindern, so muß dadurch das Klima eines Ortes auf mancherlei Weise geändert werden: das zu verschiedenen Zeiten herabgefallene Wasser, welches zum großen Theile in den Boden dringt, wird die Wärme von diesem modificiren und dadurch einen mehr oder weniger großen Einfluß auf die Temperatur der Luft ausüben.

Erst nachdem die Gesetze für die Vertheilung der Wärme, die Verbreitung des Dampfes und die Richtung der Winde angegeben sind, wird es uns möglich, auf die Aenderungen im Gewichte der Atmosphäre Rücksicht zu nehmen. Wir wollen demnach den Stand des Barometers zu verschiedenen Zeiten des Tages und Jahres angeben, das Gewicht der trockenen Luft am Spiegel des Meeres in verschiedenen Breiten zu bestimmen suchen und dann zeigen, wie groß der mittlere Barometerstand an einem Orte bei verschiedenen Winden sey und in welchem Zusammenhange derselbe mit der Temperatur bei diesem Winde und der mittlern Luftströmung stehe. Nach diesen Untersuchungen wird es dann begreiflich werden, weshalb die unregelmäßigen Schwankungen des Barometers im Sommer kleiner sind, als im Winter, weshalb sie mit der Annäherung an die Pole wachsen und auf einerlei Breite im Innern der Continente abnehmen. Da die Richtung des Windes beim Regen untersucht, da gezeigt worden ist, unter welchen Umständen die Wolken gebildet werden, so können wir hier über den Stand des Barometers bei wässerigen Niederschlägen reden.

So haben wir denn die allgemeinen Phänomene untersucht, welche in Beziehung auf Wärme, Feuchtigkeit und Gewicht der Atmosphäre zu beachten sind. Wenn indessen Dampf entwickelt oder niedergeschlagen wird, wenn Luftströme von verschiedener Temperatur auf einander treffen, wenn endlich die Vegetation im raschen Fortgange begriffen ist, so findet in der Regel Entwicke-

lung von Electricität Statt. Diese atmosphärische Electricität zeigt sich in geringer Stärke fast zu allen Zeiten des Tages und Jahres, gehört also zu den allgemeinen Erscheinungen der Atmosphäre; sie tritt dagegen sehr mächtig bei den mehr localen Gewittern und den Niederschlägen des Hagels hervor. Indem wir diese Phänomene behandeln, wollen wir auch einige der wichtigsten Theorieen der Meteorologie, welche auf Electricität basirt sind, einer näheren Prüfung unterwerfen.

Wir haben auf diese Art die wichtigsten Phänomene, deren Entstehung durch die Wärme der Sonne bedingt wird, der Reihe nach verfolgt; wir wollen nun die Sonne als leuchtenden Körper betrachten. Die Untersuchung der Phänomene, welche von dem Lichte der Sonne erzeugt werden, kann erst hier ihren Platz finden, weil die Hydrometeore bei diesen Erscheinungen eine wichtige Rolle spielen. Wir werden in diesem Theile von der Durchsichtigkeit der Atmosphäre und ihrer Farbe handeln, die Gesetze der Dämmerung näher entwickeln und die Entstehung des Regenbogens und der Höfe, so wie der mit den letzteren zusammenhängenden Nebensonnen und Lichtsäulen angeben. Eben so wollen wir hier die wichtigsten Gesetze der Luftspiegelung und der terrestrischen Strahlenbrechung, so wie das Funkeln der Sterne in so fern betrachten, als diese Erscheinungen mit atmosphärischen Phänomenen zusammenhängen.

In der Atmosphäre bemerken wir zuweilen Körper, welche sich in keinem der bisher gedachten Abschnitte behandeln lassen; Feuerkugeln und Sternschnuppen sind die wichtigsten derselben. So wenig wir den Ursprung beider kennen, so ist es wenigstens nicht erwiesen, daß sie von außen zur Erde gelangen; es scheint daher bei dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse von ihnen am zweckmäßigsten, die Art wie sich jene problematischen Körper zeigen, die Bestandtheile aus denen sie zusammengesetzt sind und andere Eigenthümlichkeiten von ihnen in der Meteorologie abzuhandeln. Nachdem wir von der Größe des Luftdruckes gesprochen und die Gesetze der Dämmerung angegeben haben, so scheint es hier am Schlusse unserer Untersuchungen, wo von der Höhe die Rede ist, in welcher sich jene Körper bewegen, am zweckmäßigsten, die häufig sogleich im Anfange der Meteorologie

verwundert, als er entdeckte, daß das Oxygen, welches er durch Glühen von Queckſilberoxyd erhält, reiner ſey, als die atmoſphäriſche Luft, daß Thiere darin länger lebten, Feuer darin lebhafter brannte, als in dieſer. Bei Fortſetzung ſeiner Verſuche fand er, daß das in der Atmoſphäre vorhandene Sauerſtoffgas die Urſache des Verbrennens ſey; da aber nach Ausſcheidung des Oxygens noch ein bedeutender Rückſtand übrig blieb, ſo vermuthete er, daß die Atmoſphäre aus Salpetergeiſt und einer Grunderde beſtehe [21]).

Kaum war dieſe Entdeckung bekannt geworden, ſo glaubten die Naturforſcher und Aerzte die größere oder geringere Ungeſundheit verſchiedener Gegenden aus der ungleichen Menge von Oxygen herleiten zu können; es wurden viele Unterſuchungen über die Beſchaffenheit der Atmoſphäre angeſtellt; es bildete ſich ſeit jener Zeit ein eigener Theil der Chemie, welcher Eudiometrie genannt wurde [22]).

Sollen die Beſtandtheile der Atmoſphäre angegeben werden, ſo bieten ſich für die Analyſe zwei Wege dar. Man kann nämlich zuerſt eine Quantität dieſer Luft in dazu beſtimmte Gefäße bringen und auf ſie paſſende Reagentien einwirken laſſen. Dieſe Prüfung vermittelſt der Eudiometer iſt die einfachſte und auch die, deren ſich die meiſten Analytiker bedient haben. Da wir hier aber ſtets nur mit kleinen Quantitäten operiren können, ſo laſſen ſich diejenigen Beſtandtheile, welche nur in geringer Menge vorhanden ſind, entweder gar nicht, oder nur ſehr ſchwierig nachweiſen. Hierin liegt auch der Grund, weshalb ſo manche Dämpfe und Gaſe, welche ſich durch ihre Einwirkung auf unſere Nerven zu erkennen geben, auf dieſem Wege noch nicht aufgefunden ſind. Daher ſcheint ein zweites, erſt ſeit einigen Jahren

21) l. l. p. 62.

22) Ueber die älteren Meinungen ſ. J. F. Gmelin Geſchichte der Chemie. 8. Göttingen 1799. Bd. III. S. 322 fg. Eine reichhaltige Literatur bei L. v. Schmidt gen. Phiſeldeck Syſtematiſche Darſtellung aller Erfahrungen über allgemeiner verbreitete Potenzen. 4. Aarau 1807. Bd. II. S. 361. Sehr ausführlich behandelt dieſen Gegenſtand Muncke in Gehler's Wörterbuch N. A. I, 454 fg. J. A. Scherer Geſchichte der Luftgüteprüfungslehre. 8. Wien 1785. 2 Bände, iſt mir unbekannt.

barten, dann wird die Arbeit im hohen Grade belohnend und intereſſant. Es zeigt ſich dann hier auf das Beſtimmteſte, daß die Anſichten der älteren Phyſiker, welche das ganze Klima eines Ortes aus ſeiner Polhöhe ableiteten, ſehr viele Modificationen erleiden. So haben, um aus einer großen Anzahl von Fällen nur wenige zu erwähnen, die beiden Küſten von Hindoſtan zu derſelben Zeit völlig entgegengeſetzte Jahreszeiten; ſo finden wir auf dem Hochlande Habeſch mehrere Monate hindurch faſt täglich Gewitter, und eben dieſes Phänomen zeigt ſich häufig auf dem mittelländiſchen Meere, während die Gewitter in dem zwiſchenliegenden Ober-Aegypten ſo ſelten ſind, daß die dortigen Gelehrten daſſelbe einem zürnenden Engel zuſchreiben [17]). Wir finden hier bei dieſen Unterſuchungen daſſelbe Geſetz, welches ſich auch in der politiſchen Geſchichte zeigt, daß nicht ſowohl Meere als vielmehr Gebirge die Scheiden der Witterung ſo wie der Völker ſind; ja es ließe ſich, wenn wir dieſen Vergleich hier durchführen wollten, eine große Menge von Fällen dieſer Art anführen. Jenes Hochland Aſiens, von wo aus die Hunnen und Dſchingis-Chan's Schaaren ſich über die Ebene verbreiteten, iſt von jeher der Sitz gewaltiger Stürme geweſen, welche ſich in die Tiefe hinabſtürzten und dort viel Unheil anrichteten. Ja manche Begebenheiten der Geſchichte finden hier ihren beſten Aufſchluß. So waren die Perſer nie in Gegenden am Meere ſiegreich. Ihr Körper war an ein höchſt trockenes Klima gewöhnt; ihre ſich nie oxydirenden Waffen waren ſtets glänzend; ſo wie ſie ſich aber dem feuchten Elemente näherten, verſchwand die Kraft ihres Körpers, die Elaſticität ihrer Bögen [18]). Und viele Sagen, welche uns in der Bibel überliefert ſind, finden in dem Klima und in der Naturbeſchaffenheit jener Gegenden eine einfache Erklärung; Exegeten, welche von Jugend auf verſchiedene Naturverhältniſſe kannten, haben ſich häufig geirrt, wenn ſie ihre Erklärung auf Erſcheinungen in Europa ſtützten. Auch die Kunſtfertigkeiten, welche die Bewohner mancher Gegenden beſitzen, finden hierin ihren Grund. Nicht ſelten werden die Künſtler Aegyptens auf Koſten der unſrigen erhoben; wir finden nach Jahrtauſenden in ihren Tempeln und Gräbern die Farben ſo

17) Démon Egypte p. 107. vgl. 2 Buch Moſe IX, 22.

18) C. Ritter Erdkunde II, 97 fg.

)rozesse [25]) und er gab deshalb einen Apparat an, vermittelst essen der Gehalt der Atmosphäre an Oxygen gemessen werden ollte, welcher in der Folge vielfach abgeändert wurd-. Da in- essen die Resultate, welche mit dieser Klasse von Eudiometern rhalten werden, weniger vollkommen sind, als die mit den übri- jen Instrumenten dieser Art, so will ich keine dieser Vorrichtun- jen beschreiben, sondern verweise auf den Artikel Eudiometer in er letzten von Gehler besorgten Ausgabe seines Wörterbuches. Zugleich muß ich aber bemerken, daß diese Klasse von Eudiome- ern nicht so sehr getadelt werden darf, als manche Physiker die- s gethan haben, da Gay-Lussac im J. 1809 zeigte, daß ian bei gehöriger Vorsicht damit ebenfalls wichtige Resultate er- alten könne [26]). Der wichtigste Umstand, welcher bei diesem nstrumente zu Fehlern Veranlassung giebt, ist der, daß die Größe der Absorption von der Weite der Gefäße abhängt [27]).

2) Eudiometer mit einer mit Stickstoff-Oxyd- as gesättigten Auflösung von schwefelsaurem isen. Da es sehr schwer ist, das Stickstoff-Oxydgas stets on gleicher Reinheit zu erhalten, da es aber von einer Lösung on schwefelsaurem oder salzsaurem Eisen mit großer Lebhaftigkeit bsorbirt wird, während die übrigen Gase entweichen, so wen- ete es Humphry Davy in diesem Zustande zur Analyse der tmosphärischen Luft an [28]). Salpetergas streicht durch eine Lö- ung der genannten Salze und diese erhalten in kurzer Zeit eine ief olivenbraune, nach der Sättigung eine fast ganz schwarze farbe. Die gesättigte Lösung erleidet nach den Untersuchungen Davy's in verschlossenen Gefäßen bei keiner Temperatur Aen- erungen, wird sie aber mit der atmosphärischen Luft in Berüh- ung gesetzt, so wird sie durch die Absorption des Oxygens schnell ntfärbt, es bildet sich salpetrige Säure und rothes Eisenoxyd ällt zu Boden. Von dieser Lösung kann nach den Versuchen von

25) Priestley Th. I. S. 202.

26) Aus dem zweiten Bande der Mémoires de la Société d'Arcueil in Gilbert's Annalen XXXVI, 37—51.

27) Berger in Gilbert's Annalen XIX, 400.

28) Journal of the Royal Institution 1801. p. 45; daraus Gilbert's Annalen XIX, 394—399.

häufiger angewendetes Verfahren zur Nachweisung mancher Bestandtheile sehr brauchbar. Dämpfe, namentlich Dämpfe von Säuren, können so weit verbreitet seyn, daß ihre Gegenwart nur in großen Massen erkannt werden kann; setzen wir aber eine Flüssigkeit, auf welche sie eine starke Einwirkung äußern, in offenen Gefäßen längere Zeit der Atmosphäre aus, so können wir sie dadurch auffinden. Wenn es regnet, so verbinden sich diejenigen Körper, welche Verwandtschaft zum Wasser haben, zum Theil mit diesem und fallen auf die Erde zurück. Wenn wir daher das Regenwasser in reinen Gefäßen auffangen und den nach der Verdunstung übrig bleibenden Rückstand analysiren, so entdecken wir manche Bestandtheile, welche uns sonst entgangen seyn würden.

Da die kleinen Abweichungen in den Angaben verschiedener Physiker über die Beschaffenheit der Atmosphäre ihren Grund vielleicht in der Anwendung verschiedener das Oxygen absorbirenden Körper haben mögen, so will ich die wichtigsten Eudiometer beschreiben. Bei allen werden calibrirte Röhren, entweder vollkommen cylindrisch oder am oberen Theile in eine Kugel ausgehend, angewendet. Das Volumen der atmosphärischen Luft oder der übrigen dabei benutzten Gase wird vor und nach der Absorption mit Sorgfalt gemessen, und wenn sich während des Versuches die Temperatur oder der Luftdruck geändert haben sollten, so wird die deshalb erforderliche Correction angebracht.

1) Das Eudiometer mit Stickstoff-Oxydgas oder Salpetergas. Hales [23]) machte die Entdeckung, daß die Luft, welche sich aus dem mit Salpetersäure befeuchteten Kiese von Walton entwickelte, einen Theil der atmosphärischen Luft absorbirte. Priestley, welcher diese Erfahrung in der Folge weiter verfolgte, fand, daß das Gas, welches er erhielt, wenn er irgend ein Metall mit Salpetersäure übergoß und welchem er den Namen Salpetergas gab; dieselbe Eigenschaft habe [24]); er hielt dieses Mittel zur Bestimmung der Güte der Luft für weit besser und bequemer, als die Oxydation der Metalle und ähnliche Pro-

23) Hales Statik der Gewächse. 4. Halle 1748. S. 158 u. 224.

24) Priestley Versuche über die Luftarten Th. I. S. 106.

Prozesse [25]) und er gab deshalb einen Apparat an, vermittelst dessen der Gehalt der Atmosphäre an Oxygen gemessen werden sollte, welcher in der Folge vielfach abgeändert wurde. Da indessen die Resultate, welche mit dieser Klasse von Eudiometern erhalten werden, weniger vollkommen sind, als die mit den übrigen Instrumenten dieser Art, so will ich keine dieser Vorrichtungen beschreiben, sondern verweise auf den Artikel Eudiometer in der letzten von Gehler besorgten Ausgabe seines Wörterbuches. Zugleich muß ich aber bemerken, daß diese Klasse von Eudiometern nicht so sehr getadelt werden darf, als manche Physiker dies gethan haben, da Gay-Lussac im J. 1809 zeigte, daß man bei gehöriger Vorsicht damit ebenfalls wichtige Resultate erhalten könne [26]). Der wichtigste Umstand, welcher bei diesem Instrumente zu Fehlern Veranlassung giebt, ist der, daß die Größe der Absorption von der Weite der Gefäße abhängt [27]).

2) Eudiometer mit einer mit Stickstoff-Oxyd gesättigten Auflösung von schwefelsaurem Eisen. Da es sehr schwer ist, das Stickstoff-Oxydgas stets von gleicher Reinheit zu erhalten, da es aber von einer Lösung von schwefelsaurem oder salzsaurem Eisen mit großer Lebhaftigkeit absorbirt wird, während die übrigen Gase entweichen, so wendete es Humphry Davy in diesem Zustande zur Analyse der atmosphärischen Luft an [28]). Salpetergas streicht durch eine Lösung der genannten Salze und diese erhalten in kurzer Zeit eine tief olivenbraune, nach der Sättigung eine fast ganz schwarze Farbe. Die gesättigte Lösung erleidet nach den Untersuchungen Davy's in verschlossenen Gefäßen bei keiner Temperatur Aenderungen, wird sie aber mit der atmosphärischen Luft in Berührung gesetzt, so wird sie durch die Absorption des Oxygens schnell entfärbt, es bildet sich salpetrige Säure und rothes Eisenoxyd fällt zu Boden. Von dieser Lösung kann nach den Versuchen von

25) Priestley Th. I. S. 202.

26) Aus dem zweiten Bande der Mémoires de la Société d'Arcueil in Gilbert's Annalen XXXVI, 37—51.

27) Berger in Gilbert's Annalen XIX, 400.

28) Journal of the Royal Institution 1801. p. 45; daraus Gilbert's Annalen XIX, 394—399.

häufiger angewendetes Verfahren zur Nachweisung mancher Bestandtheile sehr brauchbar. Dämpfe, namentlich Dämpfe von Säuren, können so weit verbreitet seyn, daß ihre Gegenwart nur in großen Massen erkannt werden kann; setzen wir aber eine Flüssigkeit, auf welche sie eine starke Einwirkung äußern, in offenen Gefäßen längere Zeit der Atmosphäre aus, so können wir sie dadurch auffinden. Wenn es regnet, so verbinden sich diejenigen Körper, welche Verwandtschaft zum Wasser haben, zum Theil mit diesem und fallen auf die Erde zurück. Wenn wir daher das Regenwasser in reinen Gefäßen auffangen und den nach der Verdunstung übrig bleibenden Rückstand analysiren, so entdecken wir manche Bestandtheile, welche uns sonst entgangen seyn würden.

Da die kleinen Abweichungen in den Angaben verschiedener Physiker über die Beschaffenheit der Atmosphäre ihren Grund vielleicht in der Anwendung verschiedener das Oxygen absorbirenden Körper haben mögen, so will ich die wichtigsten Eudiometer beschreiben. Bei allen werden calibrirte Röhren, entweder vollkommen cylindrisch oder am oberen Theile in eine Kugel ausgehend, angewendet. Das Volumen der atmosphärischen Luft oder der übrigen dabei benutzten Gase wird vor und nach der Absorption mit Sorgfalt gemessen, und wenn sich während des Versuches die Temperatur oder der Luftdruck geändert haben sollten, so wird die deshalb erforderliche Correction angebracht.

1) Das Eudiometer mit Stickstoff-Oxydgas oder Salpetergas. Hales [23]) machte die Entdeckung, daß die Luft, welche sich aus dem mit Salpetersäure befeuchteten Kiese von Walton entwickelte, einen Theil der atmosphärischen Luft absorbirte. Priestley, welcher diese Erfahrung in der Folge weiter verfolgte, fand, daß das Gas, welches er erhielt, wenn er irgend ein Metall mit Salpetersäure übergoß und welchem er den Namen Salpetergas gab; dieselbe Eigenschaft habe [24]); er hielt dieses Mittel zur Bestimmung der Güte der Luft für weit besser und bequemer, als die Oxydation der Metalle und ähnliche Pro-

23) Hales Statik der Gewächse. 4. Halle 1748. S. 158 u. 224.

24) Priestley Versuche über die Luftarten Th. I. S. 106.

Prozesse [25]) und er gab deshalb einen Apparat an, vermittelst dessen der Gehalt der Atmosphäre an Oxygen gemessen werden sollte, welcher in der Folge vielfach abgeändert wurde. Da indessen die Resultate, welche mit dieser Klasse von Eudiometern erhalten werden, weniger vollkommen sind, als die mit den übrigen Instrumenten dieser Art, so will ich keine dieser Vorrichtungen beschreiben, sondern verweise auf den Artikel Eudiometer in der letzten von Gehler besorgten Ausgabe seines Wörterbuches. Zugleich muß ich aber bemerken, daß diese Klasse von Eudiometern nicht so sehr getadelt werden darf, als manche Physiker dieses gethan haben, da Gay-Lussac im J. 1809 zeigte, daß man bei gehöriger Vorsicht damit ebenfalls wichtige Resultate erhalten könne [26]). Der wichtigste Umstand, welcher bei diesem Instrumente zu Fehlern Veranlassung giebt, ist der, daß die Größe der Absorption von der Weite der Gefäße abhängt [27]).

2) Eudiometer mit einer mit Stickstoff-Oxydgas gesättigten Auflösung von schwefelsaurem Eisen. Da es sehr schwer ist, das Stickstoff-Oxydgas stets von gleicher Reinheit zu erhalten, da es aber von einer Lösung von schwefelsaurem oder salzsaurem Eisen mit großer Lebhaftigkeit absorbirt wird, während die übrigen Gase entweichen, so wendete es Humphry Davy in diesem Zustande zur Analyse der atmosphärischen Luft an [28]). Salpetergas streicht durch eine Lösung der genannten Salze und diese erhalten in kurzer Zeit eine tief olivenbraune, nach der Sättigung eine fast ganz schwarze Farbe. Die gesättigte Lösung erleidet nach den Untersuchungen Davy's in verschlossenen Gefäßen bei keiner Temperatur Aenderungen, wird sie aber mit der atmosphärischen Luft in Berührung gesetzt, so wird sie durch die Absorption des Oxygens schnell entfärbt, es bildet sich salpetrige Säure und rothes Eisenoxyd fällt zu Boden. Von dieser Lösung kann nach den Versuchen von

25) Priestley Th. I. S. 202.

26) Aus dem zweiten Bande der Mémoires de la Société d'Arcueil in Gilbert's Annalen XXXVI, 37—51.

27) Berger in Gilbert's Annalen XIX, 400.

28) Journal of the Royal Institution 1801. p. 45; daraus Gilbert's Annalen XIX, 394—399.

Davy ein Kubikzoll etwa das ſechsfache Volumen Oxygen absorbiren.

Will man vermittelſt dieſer Flüſſigkeit der atmoſphäriſchen Luft ihr Oxygen entziehen, ſo füllt man jene in die Eudiometerröhre und taucht das offene Ende nach und nach in die mit der Löſung gefüllte Flaſche immer tiefer hinein. Nach wenigen Minuten iſt die ganze Abſorption vollendet. Den Erfahrungen Davy's zufolge muß man genau den Zeitpunkt beachten, wo die Abſorption vollendet iſt, weil ſonſt nach einiger Zeit das Volumen des Rückſtandes dadurch etwas vergrößert wird, daß die durch die Abſorption gebildete ſalpetrige Säure durch das Eiſenoxyd zerſetzt wird, worauf etwas Gas entweicht, welches zu dem gebildeten rothen Oxyde keine Verwandtſchaft hat.

Die Berechnung des Oxygengehaltes bei dieſem Eudiometer iſt einfach. Iſt bei gleichem Barometer- und Thermometerſtande das Volumen des Gaſes vor der Abſorption v und nach demſelben v', ſo iſt die darin enthaltene Menge von Oxygen $v - v'$ oder in Prozenten des urſprünglichen Volumens $\frac{v-v'}{v}$, wenn $v = 100$ geſetzt wird.

3) Das Eudiometer mit Schwefelkalien. Wird Schwefelkalium in Waſſer aufgelöſt und in ein mit reinem Oxygen gefülltes Gefäß gebracht, ſo wird dieſes Gas bald verſchwinden, indem es ſich mit dem Kalium und Schwefel zu unterſchwefligſaurem Kali verbindet [29]). Eben dieſe Abſorption erfolgt bei den Löſungen anderer Schwefelmetalle, namentlich bei Schwefelnatron, Schwefelcalcium und Schwefeleiſen [30]). Schon Scheele, welcher dieſe Abſorption zuerſt mit Beſtimmtheit wahrnahm, glaubte hierin ein ſehr bequemes Mittel zur Analyſe der Atmoſphäre zu finden, ohne daß er indeſſen, wie aus den von ihm erhaltenen Reſultaten hervorgeht, ausführliche und genaue Unterſuchungen darüber anſtellte. Er begnügte ſich Schwefel und Eiſenfeile zu einem Teige zu mengen und die Einwirkung des

29) Berzelius Chemie v. Wöhler. 3. Dresden 1825 Th. I. S. 766.

30) Berger in Gilbert's Annalen XIX, 415.

ſelben auf die in einem Gefäße enthaltene atmoſphäriſche Luft zu beobachten.

Der kataloniſche Phyſiker Antonio de Marti und der Profeſſor Hope in Edinburgh gaben zuerſt Apparate zur Anſtellung genauer Meſſungen an [31]). Die ganze Vorrichtung von Hope iſt in Fig. 1 abgebildet. Das kleine Fläſchchen A hat ungefähr 2 Zoll im äußern Durchmeſſer und 3 Zoll Höhe, iſt unten mit einer Tubulirung D mit eingeriebenem Stöpſel verſehen und in ſie wird die eudiometriſche Flüſſigkeit gegoſſen. Das Fläſchchen B iſt etwas ſchmäler, aber $8\frac{1}{2}$ Zoll hoch und der Hals derſelben ſehr genau in A eingerieben. Soll der Verſuch angeſtellt werden, ſo wird B mit Luft gefüllt; das Fläſchchen A mit einer Löſung von Schwefelkalk, darauf A unter Waſſer in B getaucht, und wenn beide herausgenommen ſind, der Apparat geneigt, ſo daß etwas von der Löſung aus A in B tritt und ſtark geſchüttelt, bis die Abſorption vollendet iſt. Am vortheilhafteſten iſt es das Fläſchchen B ſelbſt zu graduiren, iſt dieſes aber nicht der Fall, ſo wird der Rückſtand nach der Abſorption in eine graduirte Röhre gebracht und hier gemeſſen.

Iſt bei dieſer Einrichtung ein Theil des Gaſes abſorbirt, ſo hat der Reſt eine geringere Dichtigkeit und der Prozeß geht von nun an langſam von Statten. Hope vermindert deshalb das Volumen des Gaſes dadurch, daß er in die untere Tubulirung etwas Waſſer eindringen läßt; weil hier aber die Löſung etwas verdünnt wird, ſo haben Pepys [32]) und W. Henry [33]) vorgeſchlagen, man ſolle die eudiometriſche Flüſſigkeit in Flaſchen von elaſtiſchem Harze gießen, dieſe an dem offenen Ende der Eudiometerröhre befeſtigen und das Fluidum nach und nach in die Röhre drücken [34]).

---

31) de Marti in Gilbert's Annalen XIX, 389. Hope ib. 385.

32) Philosoph. Transact. for 1807. p. 247.

33) Manchester Memoirs, second Series, II, 384.

34) Die Abhandlung von Pepys wurde am 4ten Julius 1807 in der königlichen Societät zu London, die von Henry vom 11ten November 1811 in der Geſellſchaft zu Mancheſter vorgeleſen und Henry geſteht ſelbſt, daß die Einrichtung von Pepys älter ſey. Jedoch ſchon frü-

Werden die Schwefelkalien in heißem Waſſer aufgelöſt, ſo verſchlucken ſie im Anfange ein wenig Azot, wir würden alſo mit einer ſolchen Löſung einen etwas zu großen Oxygengehalt finden, zumal da nach den Erfahrungen de Marti's eine ſolche heiß zubereitete Löſung ſogleich nach der Erkaltung die Hälfte der atmoſphäriſchen Luft verſchlucken kann [35]); das Waſſer ſucht in dieſem Falle das Azot wieder aufzunehmen, welches beim Kochen ausgetrieben war. Dieſe Löſungen müſſen alſo entweder kalt bereitet werden, oder man muß einen Strom von Azot durch ſie ſtreichen laſſen, wofern man heißes Waſſer anwendete.

Die Berechnung des Gehaltes an Oxygen iſt eben ſo als beim vorigen.

4) Das Eudiometer mit Waſſerſtoffgas. Nachdem ſich Volta überzeugt hatte, daß eine Miſchung von Hydrogen und Sauerſtoffgas durch den electriſchen Funken entzündet werden könnte, während die übrigen vielleicht in dem Gemenge enthaltenen Gaſe unverändert blieben, hielt er dieſen Vorgang für ein bequemes Mittel der Atmoſphäre ihr Oxygen zu entziehen [36]). Bei dieſem Eudiometer läßt man zu der in der Röhre enthaltenen Luft etwas Hydrogen treten und entzündet dieſes entweder durch den electriſchen Funken oder nach Döbereiner's Entdeckung durch ein Kügelchen von Platinaſchwamm.

Man hat dieſe Vorrichtung auf mancherlei Art abgeändert; eine der bequemſten ſcheint mir die von Gay-Luſſac angegebene [37]) zu ſeyn. Sollen nämlich die Verſuche mit dieſem Inſtrumente genau ſeyn, ſo hat man zwei Bedingungen nicht zu überſehen. Die erſte iſt, daß das Inſtrument im Augenblicke der Exploſion verſchloſſen ſey, denn man würde ohnedies Gefahr laufen, Gas zu verlieren; die zweite, daß ſich in dem Detonationsgefäße kein leerer Raum bilden könne, weil ſich ſonſt Luft aus

her hatte Landriani bei ſeinem Eudiometer eine ähnliche Vorrichtung angebracht, indem er das Stickſtoff-Oxydgas in Blaſen füllte. Gehler's Wörterbuch A. A. II, 93.

35) de Marti l. l. p. 490.

36) Collezione dell' Opere del Cavaliere Conte Alessandro Volta. 8. Firenze 1816. T. III. p. 175—268.

37) Gilbert's Annalen LVI, 195.

dem Waſſer entbindet und den Gasrückſtand vermehrt. Fig. 2 zeigt eine Abbildung des von Gay-Luſſac gegebenen Apparates, bei welchem die aus beiden Urſachen entſtehenden Uebelſtände vermieden ſind. Eine dicke Glasröhre pq iſt an ihrem obern Ende mit einer Kappe ab von Meſſing verſehen, an der nach der innern Seite zu die Kugel c feſtſitzt. Dieſer gegenüber befindet ſich die Kugel d an dem Ende eines ſpiralförmigen Drahtes ef, der durch die Reibung gegen die Glasröhre in ſeiner Lage erhalten wird, wodurch man die Diſtanz beider Kugeln, zwiſchen denen der Funke überſpringen ſoll, beliebig ändern kann. Um das untere Ende der Röhre iſt eine ringelförmige Faſſung gekittet, beſtimmt dem Eudiometer Feſtigkeit und Dauer zu geben, und an ihr iſt mittelſt einer Schraube g eine kreisförmige Platte ik feſtgeſchraubt, welche ſich um dieſe Schraube, die ihr als Axe dient, mit Leichtigkeit drehen läßt. In der Mitte hat dieſe Platte ein koniſches Loch, welches ein maſſiver Kegel, der auf dem Stäbchen mn feſtſitzt und durch ihn beim Herauf- und Heruntergehen in der gehörigen Lage erhalten wird, luftdicht verſchließen kann. Der kleine Stift h in dem Stäbchen verhindert daß dieſer Kegel in die Röhre fallen könne. Da das Ventil während der Exploſion von oben nach unten gepreßt wird, ſo muß es dann geſchloſſen bleiben; im Augenblicke aber, wo die Luft in der Röhre verdünnt iſt, hebt das Sperrwaſſer das Ventil in die Höhe und tritt frei hinein. Damit die Platte ik noch mehr Feſtigkeit habe, geht ſie in eine Nuthe k hinein, welche in der Verlängerung l der Faſſung, an der der Schraube g gegenüber ſtehenden Seite derſelben angebracht iſt. Von der metallenen Handhabe M iſt hier nur ein Theil abgebildet. Sie endigt ſich in einen etwas federnden, an der vordern Seite offenen und mit zwei Backen verſehenen Ring, der in horizontaler Richtung um die Röhre geht und ſich mittelſt der Schraube V an die Röhre anpreſſen läßt.

Häufig wird auch die obere metallene Kappe fortgelaſſen [38]). Dann ſind an zwei diametral entgegengeſetzten Punkten der Röhre zwei Platinadrähte eingeſchmolzen, deren Enden einen geringen Abſtand von einander haben. Berührt man den einen dieſer

38) Gmelin in Gehler's Wörterb. N. A. III, 1164.

Drähte mit dem Finger, um ihn mit dem Boden zu verbinden, während man dem zweiten den electriſchen Funken mittheilt, ſo ſpringt dieſer im Innern von einem Drahte zum andern und entzündet dadurch das Gemenge.

Das Verfahren bei dieſem Eudiometer iſt einfach. Man füllt in die Röhre einen Theil atmoſphäriſcher Luft, und nachdem ſein Volumen gemeſſen iſt, läßt man die hinreichende Menge Hydrogen hineinſtrömen; das Volumen wird jetzt aufs Neue gemeſſen und nachdem die Miſchung entzündet worden iſt, mißt man das Volumen des Rückſtandes, alſo der bei der Exploſion verſchwundenen Gasmenge.

Vortheilhaft iſt es, bei dieſem Eudiometer Platinaſchwamm anzuwenden[39]), ſey es nun daß man Kügelchen deſſelben in die Miſchung bringe und dadurch eine ſchnelle Verbrennung erzeuge, oder die Röhre inwendig damit theilweiſe überziehe, ſo daß die Verbindung von Oxygen und Hydrogen zu Waſſer langſam erfolgt.

Es iſt bei dieſem Eudiometer am vortheilhafteſten Queckſilber als ſperrende Flüſſigkeit zu gebrauchen, weil das Waſſer ſtets etwas Luft enthält, von welcher ein Theil bei der Exploſion ausgetrieben werden könnte. Iſt nun das Volumen der atmoſphäriſchen Luft, des Hydrogenes und des Rückſtandes genau gemeſſen, ſo läßt ſich der Gehalt an Oxygen leicht beſtimmen. Ein Gemenge, welches genau aus zwei Raumtheilen Hydrogen und einem Theile Oxygen beſteht, wird durch den electriſchen Funken gänzlich verbrannt und in Waſſerdampf verwandelt[40]), und es beſteht daher ſtets ein Drittel des verſchwundenen Gaſes aus Oxygen. Iſt alſo V das urſprüngliche Volumen der Luft, v das hinzugefügte Waſſerſtoffgas, alſo $V + v$ das Volumen vor, $V + v - v'$ das nach der Entzündung, ſo iſt die Menge des Oxygens $\frac{1}{3} v'$ oder in Theilen das Ganze $\frac{v'}{3V}$. Gut iſt es, bei dieſen Verſuchen etwas Hydrogen im Ueberſchuſſe hinzuzuſetzen,

39) Schweigger's Jahrbuch IX, 11. XIII, 380.

40) Humboldt und Gay-Luſſac im Journal de Physique LX, 129—258; daraus Gilbert's Annalen XX, 52 und Gehlen's neues Journal V, 45—95. cf. Volta Opere III, 197 fg.

ſo daß man überzeugt iſt, daß wirklich alles Sauerſtoffgas verſchwunden iſt.

5) Das Eudiometer mit Phosphor. Die Selbſtentzündung des Phosphors im Oxygen wurde ſchon von Achard zur Conſtruction eines Eudiometers benutzt, welches eine ſehr große Genauigkeit gewährt und um deſſen Theorie ſich beſonders Berthollet [41]) und Parrot [42]) Verdienſte erworben haben. Man ſperrt die zu analyſirende Luft nicht mit Waſſer ab, weil ſich aus dieſem etwas Stickſtoff entbinden könnte, ſondern mit Queckſilber, läßt ſodann ein an einen Glasſtabe befeſtigtes Stückchen Phosphor in die Höhe ſteigen und wartet ſo lange bis das Volumen nicht weiter vermindert wird. Nachdem der Phosphor entfernt iſt, wird die Verminderung des Volumens gemeſſen; aber dieſer Verluſt giebt nicht unmittelbar den Oxygengehalt an. Es löſt ſich nämlich nach den Unterſuchungen von Berthollet [43]) etwas Phosphor in dem faſt ganz aus Azot beſtehenden Rückſtande auf, welcher Gasgeſtalt annimmt und dadurch die ſperrende Flüſſigkeit etwas tiefer hinabtreibt. Dieſes Gas macht ſehr nahe $\frac{1}{40}$ des Rückſtandes aus. Iſt daher V das urſprüngliche Volumen, V — v der Rückſtand, ſo wird dieſer um $\frac{1}{40}$ (V — v) zu groß; es iſt demnach $V - v + \frac{1}{40}(V - v) = \frac{41}{40}(V - v)$ der Gehalt an Oxygen, welcher ſich leicht in Theilen des Ganzen ausdrücken läßt.

Die Atmoſphäre beſteht vorzüglich aus Stickſtoff und Sauerſtoff; die übrigen Gaſe laſſen ſich nur mit Mühe erkennen, Meſſungen aber ſind bisher noch nicht möglich geweſen. Nur die Kohlenſäure, welche oft in verhältnißmäßig großer Menge vorhanden iſt, läßt ſich vermittelſt der ſogenannten Anthrakometer beſtimmen. Eine gegebene Menge atmoſphäriſcher Luft wird in einem Gefäße abgeſperrt, in welchem ſich etwas Kalk- oder Barytwaſſer befindet; man wartet das Ende des Niederſchlages ab und leitet den Gehalt an Kohlenſäure entweder aus

41) Gilbert's Annalen V, 341 — 345 aus den Annales de chimie XXVII, 141.

42) Voigt's Magazin II, 154 — 185. III, 185. Gilbert's Annalen X, 193 — 213.

43) Gilbert's Annalen V, 346.

der Verminderung des Volumens oder dem Gewichte des gebildeten kohlenſauren Kalkes oder Barytes her. Alex. v. Humboldt bediente ſich der zuerſtgenannten Methode [44]); Thénard [45]) und Theodor v. Sauſſure [46]) der letzteren. Sauſſure, welchem wir die umfaſſendſte Reihe ſorgfältiger Verſuche über dieſen Gegenſtand verdanken, ſchließt in einen Ballon von bekannter Capacität atmoſphäriſche Luft ein; in Barytwaſſer, welches in dieſes Gefäß geſetzt wurde, zeigte ſich bald eine Trübung, durch öfteres Schütteln wurde die Bildung des Niederſchlages befördert. Nachdem das Gefäß zwei Monate geſchloſſen geweſen war, wurde der Rückſtand genau gewogen; da nun 100 Theile kohlenſaurer Baryt aus 21 Theilen Kohlenſäure und 79 Theilen Baryt zuſammengeſetzt ſind, ſo ließ ſich darnach das Gewicht der Kohlenſäure in dem Niederſchlage und mithin in dem gegebenen Luftvolumen beſtimmen.

Nachdem das Eudiometer mit Stickſtoff-Oxydgas angegeben war, glaubten die Phyſiker ein Mittel in Händen zu haben, die Urſachen der Geſundheit der Luft auf hohen Gebirgen und ihrer ſchädlichen Beſchaffenheit über Sümpfen nachweiſen zu können. Unter vielen Reiſenden, welche ſich mit dieſem Gegenſtande beſchäftigten, zeichnete ſich vorzüglich Landriani aus. Indem er auf den Bergen bei Piſa die Luft in verſchiedenen Höhen analyſirte, fand er ſie immer reiner, je weiter er ſich von der Ebene entfernte, während ſich auf dem Veſuv das Gegentheil zeigte. Eben ſo unterſuchte er die Luft an den Pontiniſchen Sümpfen, die ungeſunde Luft während eines Sirocco in Rom, die in der Campagna Romana, der Hundsgrotte, der Solfatara bei Neapel, der Bäder des Nero zu Bajä, auf der Küſte von Toscana und an andern Orten, und allenthalben fand er ſie, wie er ſich in einem Briefe an Prieſtley ausdrückt, ſo, wie er ſie der täg-

44) v. Humboldt Verſuche über die chemiſche Zerlegung des Luftkreiſes und üb. einige Gegenſtände der Naturlehre. 8. Braunſchweig 1799.

45) Thénard Lehrbuch der theoretiſchen und praktiſchen Chemie, überſ. von Fechner. 8. Leipzig 1825. Th. I. S. 259.

46) Bibliothèque universelle, Sc. et Arts I, 124.

lichen Erfahrung nach erwarten konnte [47]); während Sauſſure mit demſelben Apparate auf hohen Bergen weniger Oxygen erhielt als in engen Thälern [48]). Ueberhaupt glaubt Gehler aus allen älteren Verſuchen ſchließen zu dürfen, daß die über heiße und dürre Landſtriche kommenden Winde, wie bei uns die Südwinde, die Luft verſchlimmern, während letztere durch Nordwinde verbeſſert wird [49]).

Wenige Phyſiker haben dieſe Unterſuchung mit ſo viel Ausdauer und Umſicht verfolgt, als von Humboldt während ſeines Aufenthaltes in Salzburg [50]). Nach ſeinen Meſſungen betrug der mittlere durch Stickſtoff-Oxydgas gefundene Oxygengehalt der Atmoſphäre 26,8 Prozent. Dieſe Menge war aber nicht zu allen Zeiten gleich, ſondern ſie betrug [51])

1797	im	November	25,6 Prozent
		December	26,8
1798	im	Januar	27,5
		Februar	27,2
		März	26,9
		April	27,2

Aus einer großen Zahl von Beobachtungen folgerte v. H. ferner, daß die Menge des Oxygens wachſe, wenn es nach trübem Wetter wieder heiter werde, daß ſie dagegen abnehme, wenn ſich Regen- oder Schneewolken bilden; daß ferner bei ſchlackigem Wetter die Sauerſtoffmenge am kleinſten ſey, daß endlich das Schmelzen des Schnees, ſo wie Strichregen, die Luft im hohen Grade verbeſſern [52]).

Die erwähnten Thatſachen wurden als völlig naturgemäß angeſehen; aber ſchon mehrere Jahre vor dem Erſcheinen von Humboldt's Werk, im Jahr 1790, hatte de Marti eine

---

47) Prieſtley Verſ. über verſch. Gatt. der Luft III, Anhang 21.

48) Sauſſure Reiſen durch die Alpen Th. II. S. 296. §. 578. Th. IV. S. 377. §. 1153.

49) Phyſ. Wörterbuch A. A. II, 109.

50) v. Humboldt Vers. üb. d. chem. Zerl. d. Luftkr. S. 159—176.

51) l. l. p. 167.

52) Humboldt l. l. S. 163.

Analyse der Atmosphäre durch Schwefelkalien mitgetheilt [53]; diese Arbeit welche den europäischen Gelehrten erst spät bekannt wurde, führte zu ganz andern Gesetzen, welche anfänglich bezweifelt, in der Folge aber allgemein bestätigt wurden; vielleicht hatte aber schon Volta das richtige Verhältniß früher entdeckt, indem er in seiner um das Jahr 1780 erschienenen Abhandlung über sein Eudiometer einen Versuch mittheilt, nach welchem die Luft sehr nahe 20,8 Prozent Oxygen enthielt [53b].

Nach de Marti sind in 100 Raumtheilen atmosphärischer Luft sehr nahe 21 Theile Oxygen enthalten; weder Winde, noch Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre, noch Temperatur oder Gewicht derselben hatten auf dieses Resultat den geringsten Einfluß. In allen Jahreszeiten zeigte sich dasselbe Verhältniß, und wenn de Marti zuweilen kleine Unterschiede fand, so zeigte ein gleich nachher angestellter Versuch, daß er nicht mit hinreichender Sorgfalt beobachtet hatte [54]. H. Davy fand in den Bädern zu Bristol ebenfalls 21 Theile Oxygen, und auch hier hatten die übrigen atmosphärischen Verhältnisse nicht den geringsten Einfluß. Luft, welche er am 8ten October 1803 bei sehr starkem Westwinde an der Mündung der Severn gesammelt hatte, welche also weit über das atlantische Meer gekommen war, enthielt eben so 21 Prozent Oxygen, als dieses bei der Luft der Fall war, welche Dr. Beddoes an der Küste von Guinea gesammelt hatte [55]. Eben so fanden Gay-Lussac und Humboldt in 19 Versuchen welche sie in Paris mit Volta's Eudiometer bei sehr verschiedenen Winden und Temperaturen anstellten, 21 Theile

53) de Marti hielt über diesen Gegenstand am 22. Mai 1790 in der königl. Academie der Wissenschaften und Künste zu Barcellona eine Vorlesung, welche 1795 in Madrid gedruckt, erst i. J. 1801 im Journal de physique LII, 176, und hieraus i. J. 1805 in Gilbert's Annalen XIX, 389 mitgetheilt wurde. Wenn daher Berzelius (Chemie v. Wöhler I, 350) sagt: „der unrichtige Begriff von den Proportionen zwischen den Bestandtheilen der atmosphärischen Luft wurde im J. 1801 von de Marti berichtigt", so gilt dieses offenbar nur von dem Bekanntwerden in Frankreich.

53b) Volta Opere III, 240. §. 43.

54) Journal de physique LII, 181.

55) Gilbert's Annalen XIX, 396.

Oxygen, indem die gefundenen Größen zwiſchen 21,2 und 20,9 oſcillirten [56]). Bertholet, welcher ſich bei ſeinen Analyſen ſowohl der Schwefelkalien als des Phosphors bediente, fand in Kairo, ſo wie in Paris 22 Prozent Oxygen, ein wenig zu groß, vielleicht weil die Röhren nicht ſorgfältig calibrirt waren; eben ſo erhielt Biot auf Formentera und Yviza 21 Theile Oxygen [57]) und dieſelbe Größe fand auch Kupffer bei ſeinen Verſuchen in Kaſan [58]).

So conſtant dieſes Verhältniß zwiſchen den Beſtandtheilen der Atmoſphäre an der Oberfläche der Erde iſt, eben ſo wenig ändert ſich daſſelbe mit der Höhe. So fand Humboldt auf dem Antiſana in 2773 Toiſen Höhe 21,8 Prozent Oxygen [59]), und in Gemeinſchaft mit Gay-Luſſac auf dem Mont-Cenis einen Sauerſtoffgehalt, welcher nur um 0,002 von dem in Paris verſchieden war [60]). Um die gewöhnliche Meinung über die Reinheit der Luft in der Nähe der Gletſcher [61]) zu prüfen, ſtellte Berger eine Reihe von Verſuchen mit Schwefelkalien und Phosphor auf den Schweizer Alpen an, die Luft auf dem Gletſcher des Mont Cervin, der Aiguille du Midi, des Plant, von Blaſière im Thale von Chamouny, des Buat, vom Gletſcher von Talèfre, gab eben ſo wie in der Ebene zwiſchen 20 und 21 Prozent Oxygen [62]). Eben ſo erhielt Biot an den Seen von Neufchatel und Genf, zu Sallenche, auf dem Gletſcher von Chamouny, auf dem Col de Balmie, zu Martigny in Wallis, auf dem großen St. Bernhard, zu Turin und auf dem Mont Cenis vermittelſt des Voltaiſchen Eudiometers gleiche Mengen von Oxygen, die aber etwas (0,5 Prozent) kleiner waren, als Humboldt und Gay-Luſſac in Paris gefunden hatten, nach Biot vielleicht deshalb, weil das aus Eiſen und verdünnter

56) Gilbert's Annalen XX, 82.
57) Gilbert's Annalen XXVI, 459.
58) Annales de Chimie XLI, 423.
59) Voigt's Magazin V, 474.
60) Humboldt Voyage. I, 511. Anm.
61) Sauſſure Reiſen Th. II. S. 296. §. 578.
62) Gilbert's Annalen XIX, 412—416.

Schwefelſäure bereitete Hydrogen nicht ganz rein war [63]). Auch Dalton fand, daß Luft von der Spitze des Helvelyn in Cumberland in 1000 Yards Höhe dieſelben Beſtandtheile enthielt als die in Mancheſter [64]). Auch die Luft, welche Gay-Luſſac auf ſeiner aeroſtatiſchen Reiſe in einer Höhe von 3405 Toiſen ſammelte, hatte dieſelbe Beſchaffenheit als die in der Ebene von Paris [65]).

Nahe eben ſo groß iſt der Oxygengehalt der Luft in der Nähe von Sümpfen oder an Orten, wo viele Menſchen geathmet haben; ein Beweis, daß die Ungeſundheit derſelben ihren Grund keinesweges in einem Mangel an Sauerſtoffgas hat. Schon de Marti folgerte dieſes aus ſeinen Verſuchen, und es iſt möglich, daß gerade dieſe den herrſchenden Anſichten widerſprechende Behauptung, Urſache war, daß man ſeine Unterſuchung anfänglich nicht beachtete. Erſt nachdem H. Davy's und Berger's Arbeiten bekannt geworden waren, beſtätigten mehrere Experimentatoren jene Behauptung. So fand Séguin in der Luft aus dem mit vielen Menſchen lange angefüllten Theater 21 Prozent Oxygen [66]); eben ſo Edmund Davy in der Luft, welche er in den Sälen des Hoſpitals zu Cork und auf dem dortigen Obſervatorium ſammelte, gleiche Mengen von Oxygen [67]); desgleichen Configliachi in der Luft auf der Oberfläche der bewäſſerten Reißfelder [68]). In der Luft, welche Humboldt und Gay-Luſſac im Théatre françois zu Paris mitten im Parterre einen Augenblick vor dem Anfange des zweiten Stückes auffingen, waren 20,2 enthalten, in der, welche ſie 3 Minuten nach Beendigung des Schauſpieles in der größten Höhe des Saales ſammelten, 20,4 Theile [69]). Desgleichen erhielt Theod. v. Sauſſure in einem Zimmer, in welchem zwei Perſonen bei verſchloſ-

63) Gilbert's Annalen XXVI, 101 Anm.

64) Manchester Memoirs, second Series I, 358 Anm.

65) Gilbert's Annalen XX, 35.

66) Muncke in Gehler's phys. Wörterb. N. A. I, 456 aus den Annales de chimie LXXXIX, 251.

67) Annales of philosophy XI, 214.

68) Muncke l. l. cit. L. Gmelin Chemie I, 293.

69) Gilbert's Annalen XX, 88.

ſenen Fenſtern geſchlafen hatten, am Morgen eben ſo viel Oxygen als am Abende, wo ſeit 12 Stunden Niemand im Zimmer geweſen war [70]).

Mehrere andere Angaben, ſo die von Giobert, welcher bei Turin durch das Phosphor-Eudiometer 24 bis 33 Prozent erhielt, beruhen offenbar auf Beobachtungsfehlern [71]). Von mehreren Beſtimmungen glaubt Muncke [72]), daß ſie auf localen Urſachen beruhen, ſo daß Biſchoff in den Steinkohlengruben der Grafſchaft Mark 22,58 Prozent Oxygen erhielt [73]); eben ſo ſoll nach Hermbſtädt die Luft 5′ über dem Spiegel der Oſtſee 21,5; 16′ über derſelben 20,5 und 24 Fuß vom Ufer landeinwärts 20,0 Theile Oxygen enthalten [74]), ſo daß hiernach alſo der Sauerſtoffgehalt über der See größer wäre, als über dem Lande, während Krüger das Gegentheil fand [75]).

Die Kohlenſäure, welche durch Reſpiration, Gährung und viele andere Prozeſſe erzeugt wird, treffen wir faſt allenthalben in der Atmoſphäre. Aeltere Angaben, welche wir über ihre Menge beſitzen ſind jedenfalls zu groß; es iſt intereſſant die einzelnen Angaben zu verfolgen, welche immer kleiner wurden, je richtiger die Anſichten über die übrigen Beſtandtheile werden. Nach Gehler [76]) ſoll ſie $\frac{1}{10}$ des Ganzen ausmachen; Scheele beſtimmt hiezu $\frac{1}{170}$ [77]); nach Prieſtley beträgt ſie noch nicht $\frac{1}{252}$ [78]), worin ihm auch Kirwan beiſtimmt. Girtanner ſchätzt dieſelbe $\frac{1}{100}$ des Ganzen [79]); Felice Fontana endlich

70) Bibliothèque universelle, Sc. et A. I, 128.

71) Berger in Gilbert's Annalen XIX, 413.

72) Gehler's Wörterb. N. A. I, 456.

73) Schweigger Jahrbuch N. R. IX, 303.

74) Ibid. XXXII, 283.

75) Gilbert's Annalen LXVI, 93.

76) Wörterbuch A. A. II, 396.

77) Abhandlung über Luft und Feuer. Leipzig 1782 cit. von Schmidt-Phiſeldeck II, 363.

78) Kirwan's phyſiſch-chemiſche Schriften überſ. von Crell. 8. Berlin 1788. I, 105.

79) Anfangsgründe der antiphlogiſtiſchen Chemie 3te Aufl. 8. Berlin 1801. S. 52.

leugnete die Anweſenheit derſelben ganz [80]). v. Humboldt ſuchte zuerſt die Menge derſelben durch genaue Meſſungen zu beſtimmen; es zeigte ſich hierbei, daß ſie keineswegs conſtant war, ſondern von dem Gange der Witterung und den Jahreszeiten abhing; er fand nämlich daß ſie im Sommer und bei feuchter Witterung größer ſey als im Winter und bei trockenem Wetter; als Mittel ſeiner Verſuche nahm er 1,5 Prozent an, indem die Verſuche zwiſchen 1,8 und 0,5 ſchwankten [81]). Parrot beſtimmte die Menge zu Dorpat zu 0,57 Prozent [82]). Dalton giebt das Gewicht derſelben zu $\frac{1}{1450}$ von dem der Atmoſphäre an, ſehr nahe 0,0453 Prozent [83]); indeſſen glaubt Thomſon [84]), daß dieſe Größe zu klein ſey, und daß man 0,001 des Ganzen, alſo 0,1 Prozent annehmen müſſe, eine Größe, bis zu welcher der Gehalt in freier Luft nach Berzelius nicht ſteigen ſoll [85]).

Faſt zu gleicher Zeit unterſuchten Thénard und Theod. de Sauſſure den Gegenſtand genauer; in einem Verſuche, welchen erſterer im December 1812 an einem ſchönen Tage mit Luft anſtellte, die fern von bewohnten Orten geſammelt war, erhielt er $\frac{1}{1781}$ Gewicht an Kohlenſäure, ſehr nahe 0,0379 Pro-

---

80) v. Humboldt Vers. üb. d. Zerl. d. Luftkr. S. 103.

81) l. l. S. 109.

82) Phyſik der Erde S. 403.

83) Manchester Memoirs sec. Ser. I, 254. Muncke (Gehler's Wörterb. N. A. I, 463) und eben ſo Benzenberg (über das Daltonsche Geſetz S. 2) geben nach Dalton die Menge der Kohlenſäure zu 0,071 Prozent und berufen ſich dabei auf Philos. Magazine XXIII, 354, eine Abhandlung welche mir nicht zu Gebote ſtand; wahrſcheinlich aber iſt hier wohl das Gewicht gemeint, welches nur 0,0685 beträgt. Berzelius l. l. giebt nach Dalton $\frac{1}{1450}$ Gewicht; wird dieſe Größe für $\frac{1}{1500}$ genommen, ſo erhält man die von Muncke angeführte Größe 0,071. Wo der Druckfehler liege, kann ich nicht entſcheiden.

84) Système de Chimie III, 222.

85) Chemie v. Wöhler I, 351.

nt des Volumens [86]). Späterhin erhielt Th. v. Sauſſure olgende Größen:

Januar	1809	0,0457	Prozent
	1811	0,0466	—
	1812	0,0514	—
Julius	1811	0,0647	—
	1815	0,0715	—
Auguſt	1810	0,0779	—
October	. . . . .	0,0635	—
November	. . . . .	0,0425	—

Hiernach würde ſich die Menge der Kohlenſäure im Sommer zu der im Winter ſehr nahe wie 7 : 5 oder 3 : 2 verhalten [87]). Im Junius 1828 theilte Sauſſure die Reſultate ſeiner ſpäteren Verſuche in den Jahren 1816 — 1828 der ſchweizeriſchen Geſellſchaft der Naturforſcher mit [88]). Die Menge der Kohlenſäure iſt darnach nicht zu allen Zeiten des Tages gleich, ſondern um 11^h Abends größer, als am Mittage, wie folgende Tafel zeigt:

1827	Mai	22	Mittag	0,0581;	Abend	0,0623
	Julius	7	—	0,0580;	—	0,0620
	Septbr.	3	—	0,0561;	—	0,0601
	Novbr.	6	—	0,0430;	—	0,0486
1828	Mai	31	—	0,0475;	—	0,0565
	Junius	13	—	0,0506;	—	0,0583
		26	—	0,0559;	—	0,0522
	Auguſt	1	—	0,0432;	—	0,0606
		12	—	0,0429;	—	0,0582

Am 26. Junius, wo ſich die einzige Ausnahme zeigt, wehte ein ſehr ſtarker Wind. Im Durchſchnitte enthielt die Luft welche von 1816 bis 1828 auf einer Wieſe bei Genf geſammelt wurde, am Mittage 0,049 Prozent, das Maximum war 0,062, das Minimum 0,037. In Genf ſowohl als im Freien, auf dem Genfer See und auf einem Berge, bei ruhiger Luft und bei Wind war die Kohlenſäure im Sommer größer als im Winter. Nach 30 auf einer Wieſe bei Chamberſy mit Barytwaſſer angeſtellten

86) Lehrbuch der Chemie I, 260.

87) Biblioth. univ. I, 130.

88) Annales de Chimie XXXVIII, 411 fg.

Messungen verhält sich die Menge der Kohlensäure im December, Januar und Februar zu der im Junius, Julius und August am Mittage wie 77:100. Die Mitte des Lemaner-Sees, Chamberſy gegenüber, enthält etwas weniger Kohlensäure als die Luft 100 Toiſen vom Ufer; nach 8 gleichzeitigen Beobachtungen ist das Verhältniß 100 : 98,5. Das Verhältniß der Kohlensäure in der Luft in Genf und auf der erwähnten Wiese ist 100 : 92, Differenzen, welche die übrigen eudiometrischen Mittel nicht nachweisen.

Die Kohlensäure scheint wenigstens über dem Festlande fast allenthalben angetroffen zu werden; so fand Horaz v. Sauſſure [89]), daß auf dem Gipfel des Mont Blanc in einer Höhe von 2480t Kalkwasser getrübt wurde, nur war die sich bildende Kalkrinde weit dünner als am Ufer des Meeres. Eben so fand Humboldt, daß die Luft, welche Garnerin und Beauvais in einer Höhe von 650t sammelten, eben so viel Kohlensäure enthielt als die in Paris [90]), und dieselbe Erfahrung machte Gay-Luſſac auf seiner aerostatischen Reise [91]).

Daß die Luft in der Nähe von Sauerbrunnen, an Orten wo viele Menschen geathmet haben, wo Wein oder Bier in Menge gähren, eine weit größere Menge von Kohlensäure enthält, bedarf wohl kaum einer Erwähnung. Da Wasser, namentlich wenn es bewegt wird, die Kohlensäure leicht absorbirt, so ist es möglich, daß die Luft über dem Meere nur sehr wenig von diesem Gase enthält, wie dieses aus den Untersuchungen Vogel's hervorzugehen scheint, nach denen über der Ostsee und dem Kanale bei Dieppe Barytwasser kaum getrübt wurde [92]), woran sich auch die Erfahrungen von Sauſſure über die geringere Menge auf dem Genfer See anschließen möchten.

Aus den Kratern der Vulcane tritt Hydrogen in großer Menge hervor; bei der Zersetzung thierischer und vegetabilischer Substanzen, so wie bei der durch Zersetzung des Wassers erzeugten

89) Humboldt Vers. üb. d. chem. Zerl. d. Luftkr. p. 104. Gay-Lussac in Gilbert's Annalen XX, 36.

90) Humboldt Vers. üb. d. chem. Zerl. u. s. w. S. 256.

91) Gilbert's Annalen XX, 36.

92) Gilbert's Annalen LXVI, 96 und LXXII, 277.

en Oxydation der Metalle, werden bedeutende Quantitäten deſ-elben entwickelt; man ſollte daher glauben, daß dieſes Gas benfalls ein allgemeiner Beſtandtheil der Atmoſphäre ſey. Außer n der Nähe von Vulcanen und Sümpfen iſt daſſelbe aber bisher noch nirgends mit Beſtimmtheit nachgewieſen. Dalton vermuthet nur, daß es allenthalben gegenwärtig ſey, aber in ſo geringer Menge, daß es ſich nur mit Mühe nachweiſen laſſe [93]). Nach den Unterſuchungen von Humboldt und Gay-Luſſac iſt die Menge von ihm jedenfalls kleiner als 0,3 Prozent [94]); dieſelben fanden in einer höchſt electriſchen Wolke auf dem Mont Cenis keine Spur dieſes Gaſes [95]). Es wird häufig angenommen, daß das Hydrogen ſeiner geringeren Dichtigkeit wegen in die Höhe ſteige und daß die äußere Gränze des Luft-Oceans aus dieſem Körper beſtehe, wie dieſes namentlich Volta [96]), Lavoiſier [97]), Parrot [98]), Th. Forſter [99]) und andere Phyſiker angenommen haben. Dieſe Hypotheſe, nach welcher die Gaſe auf einander ſchwimmen ſollen, wird indeſſen, wie wir ſogleich ſehen werden, nach der Natur dieſer Körper wenig wahrſcheinlich; außerdem aber fand Gay-Luſſac in der Luft, welche er aus einer Höhe von mehr als 20000 Fuß mitgebracht hatte, keine wahrnehmbare Spur von Hydrogen [100]). Wo übrigens die große in die Atmoſphäre aufſteigende Menge von dieſem Gaſe bleibt, wiſſen wir nicht; es bleibt künftigen Phyſikern überlaſſen zu entſcheiden, ob dieſes Gas bald nach ſeiner Erzeugung zerſetzt, vielleicht zur Ernährung der Pflanzen verbraucht werde, oder ob es, wie Fiſcher [1]) glaubt, durch den Einfluß des Sonnenlichtes allmählich mit dem Oxygen in Waſſerdampf umgebildet werde.

93) Manchester Memoirs Sec. Ser. I, 247.

94) Gilbert's Annalen XX, 84.

95) Humboldt Voyage I, 311.

96) Volta Opere III, 52.

97) Bei Muncke phys. Wörterb. I, 462.

98) Phyſik der Erde S. 408 und Wrangel phyſ. Beob. S. 83.

99) Forſter Wolken S. 116.

100) Gilbert's Annalen XX, 85. Humboldt Voyage VII, 427.

1) Nach Muncke l. l. in den Allgem. nord. Annalen III, 123.

Meſſungen verhält ſich die Menge der Kohlenſäure im December, Januar und Februar zu der im Junius, Julius und Auguſt am Mittage wie 77:100. Die Mitte des Lemaner-Sees, Chamberſy gegenüber, enthält etwas weniger Kohlenſäure als die Luft 100 Toiſen vom Ufer; nach 8 gleichzeitigen Beobachtungen iſt das Verhältniß 100 : 98,5. Das Verhältniß der Kohlenſäure in der Luft in Genf und auf der erwähnten Wieſe iſt 100 : 92, Differenzen, welche die übrigen eudiometriſchen Mittel nicht nachweiſen.

Die Kohlenſäure ſcheint wenigſtens über dem Feſtlande faſt allenthalben angetroffen zu werden; ſo fand Horaz v. Sauſſure [89]), daß auf dem Gipfel des Mont Blanc in einer Höhe von 2480t Kalkwaſſer getrübt wurde, nur war die ſich bildende Kalkrinde weit dünner als am Ufer des Meeres. Eben ſo fand Humboldt, daß die Luft, welche Garnerin und Beauvais in einer Höhe von 650t ſammelten, eben ſo viel Kohlenſäure enthielt als die in Paris [90]), und dieſelbe Erfahrung machte Gay-Luſſac auf ſeiner aeroſtatiſchen Reiſe [91]).

Daß die Luft in der Nähe von Sauerbrunnen, an Orten wo viele Menſchen geathmet haben, wo Wein oder Bier in Menge gähren, eine weit größere Menge von Kohlenſäure enthält, bedarf wohl kaum einer Erwähnung. Da Waſſer, namentlich wenn es bewegt wird, die Kohlenſäure leicht abſorbirt, ſo iſt es möglich, daß die Luft über dem Meere nur ſehr wenig von dieſem Gaſe enthält, wie dieſes aus den Unterſuchungen Vogel's hervorzugehen ſcheint, nach denen über der Oſtſee und dem Kanale bei Dieppe Barytwaſſer kaum getrübt wurde [92]), woran ſich auch die Erfahrungen von Sauſſure über die geringere Menge auf dem Genfer See anſchließen möchten.

Aus den Kratern der Vulcane tritt Hydrogen in großer Menge hervor; bei der Zerſetzung thieriſcher und vegetabiliſcher Subſtanzen, ſo wie bei der durch Zerſetzung des Waſſers erzeug-

ten

89) Humboldt Verſ. üb. d. chem. Zerl. d. Luftkr. p. 104. Gay-Luſſac in Gilbert's Annalen XX, 86.

90) Humboldt Verſ. üb. d. chem. Zerl. u. ſ. w. S. 256.

91) Gilbert's Annalen XX, 86.

92) Gilbert's Annalen LXVI, 96 und LXXII, 277.

n Oxydation der Metalle, werden bedeutende Quantitäten deſ-
lben entwickelt; man ſollte daher glauben, daß dieſes Gas
›enfalls ein allgemeiner Beſtandtheil der Atmoſphäre ſey. Außer
ı der Nähe von Vulcanen und Sümpfen iſt daſſelbe aber bisher
och nirgends mit Beſtimmtheit nachgewieſen. Dalton ver-
nuthet nur, daß es allenthalben gegenwärtig ſey, aber in ſo
;eringer Menge, daß es ſich nur mit Mühe nachweiſen laſſe [93]).
Nach den Unterſuchungen von Humboldt und Gay-Luſſac
ıt die Menge von ihm jedenfalls kleiner als 0,3 Prozent [94]);
ieſelben fanden in einer höchſt electriſchen Wolke auf dem Mont
:enis keine Spur dieſes Gaſes [95]). Es wird häufig angenom-
ıen, daß das Hydrogen ſeiner geringeren Dichtigkeit wegen in
ie Höhe ſteige und daß die äußere Gränze des Luft-Oceans aus
›ieſem Körper beſtehe, wie dieſes namentlich Volta [96]), La-
›oiſier [97]), Parrot [98]), Th. Forſter [99]) und andere Phy-
iker angenommen haben. Dieſe Hypotheſe, nach welcher die
Gaſe auf einander ſchwimmen ſollen, wird indeſſen, wie wir ſogleich
ehen werden, nach der Natur dieſer Körper wenig wahrſchein-
lich; außerdem aber fand Gay-Luſſac in der Luft, welche er
aus einer Höhe von mehr als 20000 Fuß mitgebracht hatte,
keine wahrnehmbare Spur von Hydrogen [100]). Wo übrigens die
große in die Atmoſphäre aufſteigende Menge von dieſem Gaſe
bleibt, wiſſen wir nicht; es bleibt künftigen Phyſikern überlaſſen
zu entſcheiden, ob dieſes Gas bald nach ſeiner Erzeugung zerſetzt,
vielleicht zur Ernährung der Pflanzen verbraucht werde, oder
ob es, wie Fiſcher [1]) glaubt, durch den Einfluß des Sonnen-
lichtes allmählich mit dem Oxygen in Waſſerdampf umgebil-
det werde.

93) Manchester Memoirs Sec. Ser. I, 247.

94) Gilbert's Annalen XX, 84.

95) Humboldt Voyage I, 311.

96) Volta Opere III, 52.

97) Bei Muncke phys. Wörterb. I, 462.

98) Phyſik der Erde S. 408 und Wrangel phyſ. Beob. S. 83.

99) Forſter Wolken S. 116.

100) Gilbert's Annalen XX, 85. Humboldt Voyage VII, 427.

1) Nach Muncke l. l. in den Allgem. nord. Annalen III, 123.

So bleiben uns denn von den permanenten Gaſen nur Oxygen und Azot als allenthalben vorhandene Körper übrig; es wird ſehr wünſchenswerth zu entſcheiden, ob die Kohlenſäure über großen Meeren ganz fehle oder nicht.

Ehe ich zu einigen andern Beſtandtheilen der Atmoſphäre übergehe, will ich noch einige Bemerkungen über die Genauigkeit der eudiometriſchen Mittel machen. Faſt ein jeder Phyſiker, welcher ausführliche Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand angeſtellt hat, erwähnt die möglichen Fehler ſeines Apparates. Werden dieſe Unterſuchungen näher verglichen, ſo findet man, daß dieſelben nie bis zu 0,01 des Ganzen ſteigen. Th. v. Sauſſure glaubt, daß ſtets ein Fehler von 0,0025 des Ganzen übrig bleibe, welches Reagens man auch zur Abſorption des Oxygens anwenden möge [2]). Dieſe Fehler, deren Grund in der nicht hinreichenden Schärfe unſerer Sinne liegt, werden am beſten durch Wiederholung des Verſuches vermieden. Außerdem aber ſcheinen die Angaben verſchiedener Eudiometer nicht genau dieſelben zu ſeyn. So prüfte Gay-Luſſac den Oxygengehalt verſchiedener Luftarten vermittelſt des von ihm verbeſſerten Salpetergas-Eudiometers, während v. Humboldt dieſelben durch Hydrogen analyſirte; letzteres gab die Menge von Oxygen faſt ſtets kleiner als jenes, der Unterſchied betrug im Mittel nahe 0,25 auf 100 Theile des urſprünglichen 10 Theile Oxygen enthaltenden Volumens [3]).

Ich glaube, daß vorzüglich die veränderliche Menge von Waſſerdampf eine Urſache der Abweichungen in den Reſultaten verſchiedener Phyſiker iſt, um ſo mehr, da es wenig wahrſcheinlich iſt, daß derſelbe vor und nach der Abſorption mit gleicher Elaſticität auf die ſperrende Flüſſigkeit drückte. Hierin mag denn auch der Grund des eben erwähnten Unterſchiedes zwiſchen den Analyſen von Humboldt und Gay-Luſſac liegen. War, wie es mehr als wahrſcheinlich iſt, die Luft im Waſſerſtoffgas-Eudiometer nach der Exploſion mit Waſſerdämpfen geſättigt, ſo erſchien wegen der Spannung von dieſen der Rückſtand größer, es war alſo der Oxygengehalt ſcheinbar kleiner, als

2) Bibliothèque universelle I, 127. Anm.

3) Gilbert's Annalen XXXVI, 49.

bei dem vielleicht nicht mit Dämpfen geſättigten Stickſtoff-Oxydgas. Iſt Waſſer die ſperrende Flüſſigkeit, ſo wird der Raum ſich nach und nach mit Dämpfen ſättigen; dieſes iſt vielleicht mit ein Grund, weshalb man bei dem Eudiometer Davy's genau den Moment beachten muß, wo die Abſorption aufhört [4]), und aus derſelben Urſache iſt wahrſcheinlich auch der Gehalt der Atmoſphäre an Kohlenſäure nach den Verſuchen Humboldt's etwas zu groß [5]). Das einzige Eudiometer bei welchem dieſer Uebelſtand weniger Statt findet, iſt das mit Phosphor, wenn Queckſilber als ſperrende Flüſſigkeit angewendet wird; wenn aber die Meſſung ſo angeſtellt wird, daß das Queckſilber innerhalb und außerhalb der Röhre gleich hoch ſteht, ſo wird auch hier nach der Abſorption, wo die in einem kleineren Raume zuſammengedrängten Dämpfe eine größere Spannung beſitzen als vorher, der Oxygengehalt etwas zu klein gefunden werden.

Schon längſt hatte man vermuthet, daß in der Atmoſphäre eine geringe Menge von Salzſäure ſeyn möchte; im Jahre 1803 behauptete Drieſen ſolche gefunden zu haben [6]) und ſpäterhin wurde dieſes durch Craanen beſtätigt [7]). Die Aufmerkſamkeit der Phyſiker wurde erſt durch Vogel's Arbeiten auf dieſen Gegenſtand gelenkt. Er ſetzte bei Dobberan ein Gefäß mit einer Löſung von ſalpeterſaurem Silber, welches er durch ein ſchwarzes, oben und unten offenes Gefäß vor der Einwirkung der Sonnenſtrahlen geſchützt hatte, in einem offenen Badekarren der Einwirkung der Luft aus, nach einiger Zeit zeigte ſich eine ſchwache Trübung, und nach 21 Tagen fand Krüger einen Niederſchlag von ſalzſaurem Silber [8]); daſſelbe bemerkte Nicolle bei Dieppe [9]) und in der Folge Hermbſtädt bei Dobberan [10]). Dagegen fand Meißner in der Nähe der Halliſchen Salinen

4) S. oben S. 18.

5) S. oben S. 29.

6) Algemeene Konst- en Letter Bode 1803. Nr. 2.

7) Naturkundige Verhaandelingen. Haarlem 1814. Beide Abhandlungen ſind mir unbekannt.

8) Gilbert's Annalen LXVI, 97.

9) Gilbert's Annalen LXXII, 278.

10) Schweigger's Jahrbuch XXXII, 280.

keine Spur von salzsauren Salzen [11]), es ist jedoch zu bemerken, daß der zuletzt genannte Beobachter die Luft in einer Flasche sammelte und nur diese geringe Quantität prüfte; das Resultat beweist daher den Mangel derselben um so weniger, da man im Sommer in der Nähe der Siedehäuser nicht selten die Existenz der Salzsäure durch den Geruch zu erkennen im Stande ist.

Da nach den Erfahrungen Vogel's in allen Fällen, wo salzsaure Salze enthaltendes Wasser verdunstet, ein Theil der Salze in den Dämpfen übrig bleibt, so ist es sehr wahrscheinlich, daß wir letztere allenthalben in der Atmosphäre antreffen werden. Am bequemsten ist hiezu die Untersuchung des lange Zeit für rein gehaltenen Regenwassers. Schon Marggraf fand in demselben etwas salzsauren Kalk und wenig Salpetersäure [12]); eben so beobachtete Bergmann darin außer Salpeter- und Salzsäure ein fettes und brennbares Wesen, welches sich bei lange fortgesetzter Destillation durch einen Geruch von abgebranntem Holze zu erkennen gab [13]). Späterhin haben v. Roßem [14]), Lampadius [15]), Hermbstädt [16]) und Link [17]) in Breslau die Existenz der Salzsäure im Regen- und Schneewasser in größerer Entfernung von den Küsten nachgewiesen. In der Nähe größerer Salzseen und am Meere oder auf diesem hatte man die Gegenwart des Salzes im Regen und Thau schon lange wahrgenommen [18]). So fand Dalton in dem Regenwasser, welches nach einem starken SWwinde in Manchester niedergefallen war, 1 Gran Kochsalz in 10000 Gran Wasser; nicht selten erhielt er dieselbe Salzmenge

---

11) Schweigger's Jahrbuch N. R. VI, 161.

12) Nach Gehler Wörterbuch A. A. III, 649, in Chymische Schriften I. Nr. XVIII. §. 7.

13) Physikal. Beschreib. der Erdkugel von Röhl. 8. 1791. Th. II. S. 4. §. 105. Gehler l. l. citirt noch Bergmann de analysi aquarum §. 4.

14) Nach Muncke Gehler's Wörterb. I, 474. in Dissertatio medico-chemica de Aqua. Groning. 1810. p. 27 u. 46.

15) Schweigger's Jahrbuch XXX, 256.

16) ib. XXX, 505.

17) Link Handbuch der physik. Erdbeschr. I, 307. Anm.

18) Gilbert's Annalen XXXI, 98.

Salzſaures Natron
Schwefelſauren Kalk
Kohlenſauren Kalk
Salzſaures Kali
Eiſenoxyd
Manganoxyd
und ein Ammoniakſalz, vielleicht ſalpeterſaures Ammonium.

Manche dieſer Beſtandtheile ſind wahrſcheinlich nur mechaniſch in die Höhe geriſſen und wurden dann mit dem Regen herabgebracht, während andere, namentlich das Ammonium durch Zerſetzung thieriſcher Körper gebildet ſeyn mögen, wie dieſes aus der Bemerkung Vauquelin's folgt, nach welcher in dem Roſte eiſerner Geräthſchaften, die in bewohnten Zimmern ſtehen, etwas Ammonium enthalten iſt [31]).

Außer den bisher genannten Subſtanzen finden wir noch andere mechaniſch in die Höhe geriſſene Körper, ſo möchte der ſogenannte Aetherſtaub von Raffinesque und Kaſtner [32]) in unſeren Gegenden ein eben ſo fremdartiger Beſtandtheil der Atmoſphäre ſeyn, als der Sand in den Steppen von Aſien und Africa. Außerdem müſſen wir noch den Höhenrauch hieher zählen (ſ. dieſen). Sollte es endlich einſt erwieſen werden, daß die Meteorſteine Gebilde unſerer Atmoſphäre ſind, indem metalliſche Dämpfe, welche aus den Gichtſäulen der Hochöfen aufſteigen, ſich zu größeren Maſſen vereinigen, ſo würden auch dieſe hieher zu zählen ſeyn.

So machen denn Oxygen, Azot und Kohlenſäure die permanenten Gaſe der Atmoſphäre aus, und es folgt aus allen Unterſuchungen, daß das Verhältniß derſelben allenthalben gleich iſt, oder daß die Schwankungen ſo unbedeutend ſind, daß ſie ſich nur mit Mühe nachweiſen laſſen. Woher aber kommt es nun, daß dieſes Verhältniß ſo conſtant iſt, da doch die Luft durch die vielen chemiſchen Prozeſſe auf der Erde beſtändig vermindert wird? Iſt dieſes Verhältniß von jeher daſſelbe geweſen, oder hat die Menge des einen Gaſes ſeit Jahrtauſenden abgenommen?

---

31) Annales de chimie Septbr. p. 99. — Ueber den rothen Schnee und Regen ſ. Regen.

32) Handb. d. Meteorol. I, 113.

Diese und ähnliche Fragen lassen sich bisher nicht genügend beantworten, es muß den Chemikern künftiger Zeiten überlassen bleiben, dieses Räthsel zu lösen, zumal da zu dieser Untersuchung seit Jahrhunderten geführte Journale von Eudiometer-Beobachtungen erforderlich seyn würden. Neuerdings hat Prévost zu zeigen versucht, daß selbst in dem Falle, wo alles durch die Respiration und andere Prozesse verschwundene Oxygen nicht wieder ersetzt würde, seine Menge in 100 Jahren nur um $\frac{1}{7500}$ abnehmen würde [33]), ja daß die Menge der Kohlensäure, welche sich in dieser Zeit bildet, höchst unbedeutend sey. Dieses mag sich nun so verhalten oder nicht, — denn die Richtigkeit solcher Berechnungen läßt sich nicht erweisen, — so ist doch so viel gewiß, daß uns die Weltgeschichte mit keinem Umstande bekannt macht, aus welchem es wahrscheinlich wird, daß die Atmosphäre in früheren Zeiten reicher an Oxygen gewesen sey, als jetzt [34]).

Man hat sich vielfach zu erklären bemüht, woher das durch die Respiration und andere Prozesse verschwundene Oxygen wieder ersetzt werde. Priestley glaubte, daß die Vegetabilien die erzeugte Kohlensäure unter dem Einflusse des Sonnenlichtes dergestalt zerlegten, daß dadurch das Oxygen frey würde [35]). Diese mit vielem Beifalle aufgenommene Hypothese wurde in der

---

33) Bibliothèque universelle II, 194.

34) Berzelius Chemie v. Wöhler I, 845. Noch ungleich weiter als Prévost ist Kastner in seinen Untersuchungen gegangen. Nachdem er nämlich P.'s Berechnung mitgetheilt hat, fährt er fort: „Hiernach würde, blieb die oben berechnete Sauerstoffverminderung für die Erde unveränderlich dieselbe und wäre sie es seit 6000 Jahren unverändert gewesen, binnen 28 Platonischen Jahren (das Platonische Jahr zu 25000 bis 26000 Jahren gerechnet) oder nach Ablauf von 720000 — 6000 = 714000 Jahren sämmtlicher Sauerstoff der Atmosphäre verzehrt seyn und (wenn derselbe sich während dessen nicht fortdauernd aus dem Aether ersetzt hätte) die Todesstunde für alle athmende Wesen schlagen. Binnen dieses Zeitraumes würden die nördliche und südliche Erdhälfte hinsichtlich der längeren Dauer der warmen Jahreszeiten 28 Mal wechseln und wahrscheinlich eben so oft Hauptveränderungen in den Entwickelungen und Gestaltungsmomenten der sie bewohnenden Organismen erleiden" u. s. w. Handbuch der Meteor. I, 222.

35) Priestley Vers. u. Beob. üb. versch. Luftarten I, 34 u. a. a. O.

Salzſaures Natron
Schwefelſauren Kalk
Kohlenſauren Kalk
Salzſaures Kali
Eiſenoxyd
Manganoxyd

und ein Ammoniakſalz, vielleicht ſalpeterſaures Ammonium.

Manche dieſer Beſtandtheile ſind wahrſcheinlich nur mechaniſch in die Höhe geriſſen und wurden dann mit dem Regen herabgebracht, während andere, namentlich das Ammonium durch Zerſetzung thieriſcher Körper gebildet ſeyn mögen, wie dieſes aus der Bemerkung Vauquelin's folgt, nach welcher in dem Roſte eiſerner Geräthſchaften, die in bewohnten Zimmern ſtehen, etwas Ammonium enthalten iſt [31]).

Außer den bisher genannten Subſtanzen finden wir noch andere mechaniſch in die Höhe geriſſene Körper, ſo möchte der ſogenannte Aetherſtaub von Raffinesque und Kaſtner [32]) in unſeren Gegenden ein eben ſo fremdartiger Beſtandtheil der Atmoſphäre ſeyn, als der Sand in den Steppen von Aſien und Africa. Außerdem müſſen wir noch den Höhenrauch hieher zählen (ſ. dieſen). Sollte es endlich einſt erwieſen werden, daß die Meteorſteine Gebilde unſerer Atmoſphäre ſind, indem metalliſche Dämpfe, welche aus den Gichtfängen der Hochöfen aufſteigen, ſich zu größeren Maſſen vereinigen, ſo würden auch dieſe hieher zu zählen ſeyn.

So machen denn Oxygen, Azot und Kohlenſäure die permanenten Gaſe der Atmoſphäre aus, und es folgt aus allen Unterſuchungen, daß das Verhältniß derſelben allenthalben gleich iſt, oder daß die Schwankungen ſo unbedeutend ſind, daß ſie ſich nur mit Mühe nachweiſen laſſen. Woher aber kommt es nun, daß dieſes Verhältniß ſo conſtant iſt, da doch die Luft durch die vielen chemiſchen Prozeſſe auf der Erde beſtändig vermindert wird? Iſt dieſes Verhältniß von jeher daſſelbe geweſen, oder hat die Menge des einen Gaſes ſeit Jahrtauſenden abgenommen?

---

31) Annales de chimie Septbr. p. 99. — Ueber den rothen Schnee und Regen ſ. Regen.

32) Handb. d. Meteorol. I, 113.

Diese und ähnliche Fragen lassen sich bisher nicht genügend beantworten, es muß den Chemikern künftiger Zeiten überlassen bleiben, dieses Räthsel zu lösen, zumal da zu dieser Untersuchung seit Jahrhunderten geführte Journale von Eudiometer-Beobachtungen erforderlich seyn würden. Neuerdings hat Prévost zu zeigen versucht, daß selbst in dem Falle, wo alles durch die Respiration und andere Prozesse verschwundene Oxygen nicht wieder ersetzt würde, seine Menge in 100 Jahren nur um $\frac{1}{7200}$ abnehmen würde [33]), ja daß die Menge der Kohlensäure, welche sich in dieser Zeit bildet, höchst unbedeutend sey. Dieses mag sich nun so verhalten oder nicht, — denn die Richtigkeit solcher Berechnungen läßt sich nicht erweisen, — so ist doch so viel gewiß, daß uns die Weltgeschichte mit keinem Umstande bekannt macht, aus welchem es wahrscheinlich wird, daß die Atmosphäre in früheren Zeiten reicher an Oxygen gewesen sey, als jetzt [34]).

Man hat sich vielfach zu erklären bemüht, woher das durch die Respiration und andere Prozesse verschwundene Oxygen wieder ersetzt werde. Priestley glaubte, daß die Vegetabilien die erzeugte Kohlensäure unter dem Einflusse des Sonnenlichtes dergestalt zerlegten, daß dadurch das Oxygen frey würde [35]). Diese mit vielem Beifalle aufgenommene Hypothese wurde in der

---

33) Bibliothèque universelle II, 194.

34) Berzelius Chemie v. Wöhler I, 845. Noch ungleich weiter als Prévost ist Kastner in seinen Untersuchungen gegangen. Nachdem er nämlich P.'s Berechnung mitgetheilt hat, fährt er fort: „Hiernach würde, blieb die oben berechnete Sauerstoffverminderung für die Erde unveränderlich dieselbe und wäre sie es seit 6000 Jahren unverändert gewesen, binnen 28 Platonischen Jahren (das Platonische Jahr zu 25000 bis 26000 Jahren gerechnet) oder nach Ablauf von 720000 — 6000 = 714000 Jahren sämmtlicher Sauerstoff der Atmosphäre verzehrt seyn und (wenn derselbe sich während dessen nicht fortdauernd aus dem Aether ersetzt hätte) die Todesstunde für alle athmende Wesen schlagen. Binnen dieses Zeitraumes würden die nördliche und südliche Erdhälfte hinsichtlich der längeren Dauer der warmen Jahreszeiten 28 Mal wechseln und wahrscheinlich eben so oft Hauptveränderungen in den Entwickelungen und Gestaltungsmomenten der sie bewohnenden Organismen erleiden" u. s. w. Handbuch der Meteor. I, 222.

35) Priestley Vers. u. Beob. üb. versch. Luftarten I, 34 u. a. a. O.

Folge von Theod. v. Sauſſure beſtritten, indem er aus ſeinen Verſuchen folgerte, daß die Pflanzen im Sonnenlichte nur eben ſo viel Oxygen aushauchen, als ſie im Schatten abſorbiren [36]). Eben ſo glaubt Berzelius, daß dieſe Hypotheſe unzuläſſig ſey, indem die Zuſammenſetzung der Atmoſphäre im Sommer und Winter dieſelbe bleibt [37]). Muncke, welcher ſehr viele Unterſuchungen über die Reſpiration der Pflanzen angeſtellt hat, ſteht indeſſen nicht an, die Wiedererzeugung des Oxygens aus der Pflanzenwelt abzuleiten, weil ſonſt kein Mittel zur Erklärung derſelben vorhanden wäre. Der gleiche Oxygengehalt kommt nach ihm hiebei gar nicht in Betrachtung, indem die Quantität des verzehrten Oxygens in Vergleich mit der ganzen Atmoſphäre unbedeutend iſt und außerdem Winde in wenigen Tagen Luft von dem Aequator zu den Polen führen können [38]); und Parrot iſt ebenfalls der Meinung, daß durch dieſen Prozeß die verlorne Menge von Sauerſtoffgas wieder erſetzt werde [39]).

Da es erſt in langer Zeit möglich ſeyn wird, die Frage nach dem conſtanten Verhältniß des Oxygens zu beantworten, ſo will ich nicht dabei verweilen, mehr Anſichten über dieſen Gegenſtand mitzutheilen, um ſo mehr, da wir hier nur Hypotheſen aufſtellen können, welche ſich bis jetzt am Prüfſteine der Erfahrung weder beſtätigen noch widerlegen laſſen. Aber eine andere hiemit in Verbindung ſtehende Frage betrifft die Art, wie ſich die Beſtandtheile der Atmoſphäre neben einander befinden, ob ſie nämlich ein chemiſches Gemiſch oder ein mechaniſches Gemenge bilden. Dieſer Gegenſtand, welcher ſchon an ſich ein großes Intereſſe hat, wird uns dann zugleich einigen Aufſchluß geben über die Gegenwart des Hydrogenes und anderer Gaſe, welche ſich in den oberen Regionen des Luft-Oceans befinden ſollen.

---

36) Journal de phyſique LIII, 393.

37) Chemie v. Wöhler I, 345.

38) Muncke bei Gilbert Annalen XXXVIII, 428. XXXIV, 296. Gehler's Wörterb. N. A. 1, 458. An der letztern Stelle iſt eine ausführliche Literatur über dieſen Gegenſtand.

39) Phyſik der Erde §. 280. S. 404.

dung Statt, indem das Volumen des neuen Körpers nur zwei Theile beträgt. Bringen wir dagegen vier Theile Azot mit einem Theile Oxygen zuſammen, ſo findet weder eine Verminderung des Volumens noch eine Erhöhung der Temperatur Statt [46]). Da ferner das Stickſtoffoxyd auf Koſten der atmoſphäriſchen Luft in ſalpetrige Säure verwandelt wird, ſo müßte nach Berzelius [47]) ein höheres und mit mehr Sauerſtoff geſättigtes Oxyd ohne Mitwirkung irgend eines fremden Körpers eine niedere Oxydationsſtufe deſſelben Radicales reduciren können, wofür aber die Chemie kein analoges Beiſpiel aufzuführen vermag. Wenn endlich das Sauerſtoffgas an einer Stelle verzehrt iſt, ſo müßte ſogleich der Mangel deſſelben fühlbar werden, denn man ſieht wenigſtens nicht ein, woher es in kurzer Zeit wieder erſetzt werden könnte, da die übrigen Theile der Atmoſphäre, welche mit einander chemiſch verbunden ſind, daſſelbe den bekannten Geſetzen der chemiſchen Anziehung zufolge nicht hergeben können [48]).

Es ſind noch verſchiedene andere Thatſachen für die chemiſche Verbindung angeführt worden, namentlich hat ſich Thomſon bemüht, dieſelbe durch folgende Gründe zu beweiſen [49]). 1) Ein künſtliches Gemenge von Sauerſtoff- und Stickgas, nach den durch eudiometriſche Verſuche gefundenen Verhältniſſen bereitet, ſoll andere Eigenſchaften als die atmoſphäriſche Luft beſitzen, z. B. von Salpetergas ſoll mehr davon abſorbirt werden, es ſoll die Flamme beſſer unterhalten und Thiere ſollen länger darin leben; 2) verſchiedene brennbare Körper abſorbiren aus einer gegebenen Menge atmoſphäriſcher Luft verſchiedene Quantitäten Sauerſtoffgas, z. B. Phosphor 0,22, Schwefel nur 0,08; 3) bei der Bereitung der Salpeterſäure und bei dem Leiten des oxydirten Stickgaſes durch glühende Röhren, erhält man atmoſphäriſche Luft: nun iſt es doch unwahrſcheinlich, daß, wenn die

46) Schweigger's Jahrbuch IV,388.

47) Chemie v. Wöhler I,344.

48) Daniell Essays p. 121.

49) Thomson Système de Chimie par Riffault V,171.

tmospärische Luft blos gemengt wäre, sich in diesen zwei Operaonen die Mengungstheile derselben immer genau in dem nämchen Verhältnissen treffen sollten. Indessen bemerkt Scholz [50]) iegegen mit Recht, daß die erste Behauptung nur zu einer Zeit ufgestellt werden konnte, wo man durch unrichtige Messungen der Atmosphäre 28 Theile Sauerstoffgas gab. Die zweite Behaupung beweist nur, daß verschiedene Körper eine ungleiche Dichigkeit des Oxygens fordern, wenn sie fortbrennen sollen, und er ührt die völlig analoge Erscheinung an, daß warmblütige Thiere elbst bei Fortschaffung der Kohlensäure in einem abgesperrten Raume nicht so lange leben können, bis alles Sauerstoffgas verehrt ist, während Insekten noch fortleben, wenn sich nur noch ine Spur von diesem vorfindet. Endlich haben genauere Messungen die Unrichtigkeit der dritten Behauptung erwiesen, indem das bei Bereitung der Salpetersäure entweichende Gas stets mehr, das bei Zerlegung des oxydirten Stickgases entstandene immer weniger Oxygen enthält als die Atmosphäre.

Wenn es demnach sehr wahrscheinlich ist, daß die Atmosphäre ein mechanisches Gemenge sey, so könnte man zuerst glauben, daß die Gase ihrer verschiedenen Dichtigkeit gemäß über einander gelagert wären, so daß wir zuerst eine Schicht Kohlensäure, darüber Oxygen, sodann Azot und endlich Hydrogen antreffen würden. Diese Hypothese scheint indessen durch die Erfahrungen von Dalton [51]) und Berthollet [52]) nicht bestätigt zu werden und den von diesen Experimentatoren angegebenen Folgerungen stimmen auch Berzelius [53]) und Humboldt [54]) bei. Nehmen wir nämlich zwei durch eine Glasröhre verbundene Gefäße, wählen sodann zwei Gase, welche durchaus keine chemische Wirkung auf einander haben, und füllen je eines von ihnen in eine

50) Anfangsgründe der Physik. 8. Wien 1827. S. 623.

51) Manchester Memoirs Sec. Ser. I, 259.

52) Mémoires d'Arcueil II, 465—470.

53) Chemie I, 343.

54) Recueil d'Observations astronomiques I, 117. und Voyage IV, 48.

dieser Flaschen, stellen hierauf den Apparat so auf, daß das weniger dichte Gas über den dichteren steht, so durchdringen sich beide in kurzer Zeit, ohne auf einander zu schwimmen. Füllte Berthollet die untere Flasche mit Kohlensäure, die obere mit Hydrogen, so fand er nach 24 Stunden in beiden gleichviel Hydrogen und Kohlensäure. Die Geschwindigkeit, mit welcher diese Durchdringung erfolgt, ist jedoch nicht bei allen Gasen gleich groß. Aus den Untersuchungen Berthollet's geht hervor, daß Hydrogen am schnellsten in das schwerere Gas sinkt, mögе letzteres atmosphärische Luft, Kohlensäure oder Stickstoff seyn, nach 24 Stunden war die Durchdringung vollständig erfolgt; dagegen stieg Kohlensäure nur langsam in die Höhe, zumal wenn sich in dem oberen Gefäße atmosphärische Luft befand, selbst nach 17 Tagen war die Ausbreitung noch nicht vollständig erfolgt [55]).

Wir müssen hiernach annehmen, daß die Atmosphären von Oxygen, Azot, Kohlensäure und den übrigen gasförmigen Körpern einzeln neben einander existiren und daß ein Atom von irgend einem Gase nur ein gleichartiges abstoße und sich gegen die übrigen als indifferente Masse verhalte. Gehen wir aber hievon aus, so ist es nicht möglich, daß in einer vollkommen ruhigen Atmosphäre das Mischungsverhältniß in allen Höhen dasselbe bleibe. Da nämlich die Gewichte der genannten drei Gase ungleich sind, so muß die Dichtigkeit eines jeden nach dem Mariotte'schen Gesetze für gleiche Aenderungen der Höhe ungleich abnehmen. Dieses Verhältniß zwischen den Bestandtheilen in verschiedenen Höhen läßt sich sehr einfach berechnen. Nehmen wir der Kürze wegen an, daß die Temperatur in allen Höhen dieselbe sey, und bezeichnen die Barometerhöhen, mit denen eine Gasart am Niveau des Meeres und in der Höhe X im Gleichgewichte steht, mit H und h, die Dichtigkeit des Gases mit δ, wenn die des Queckſilbers als Einheit angesehen wird, mit M den Modulus

55) Ich kann hier nicht in die Discussionen über dieses Gesetz eingehen und verweise auf den Artikel Atmosphäre von Muncke in der neuen Ausgabe von Gehler's Wörterb., wo die Streitschriften ausführlich angegeben werden und auf J. F. Benzenberg über die Daltonsche Theorie, 8. Düsseldorf 1830.

der natürlichen Logarithmen und mit K den Barometerſtand, bei welchem die Wägung des Gaſes vorgenommen wurde, ſo iſt [56])

$$X = \frac{KM}{\delta} (\log H - \log h)$$

Wenn hier X und H gegeben ſind, ſo wird

$$\log h = \log H - \frac{X\delta}{MK}$$

wo X und h durch dieſelbe Längeneinheit ausgedrückt werden. Nach den Verſuchen von Biot und Arago iſt bei einer Wärme von 0° C und einem Barometerſtande von 760 ^{mm} die Dichtigkeit des Queckſilbers 10463 Mal größer als die der atmoſphäriſchen Luft [57]). Wird dieſer Werth ſo wie die oben [58]) erwähnten Dichtigkeiten der drei Gaſe in die Formel geſetzt, ſo ergeben ſich folgende Barometerſtände, welche mit den einzelnen Gaſen und der ganzen Atmoſphäre in verſchiedenen Höhen im Gleichgewichte ſtehen:

Höhe Pariſer Fuß	Azot	Oxygen	Kohlenſäure	Summe
	‴	‴	‴	‴
0	257,66	77,09	0,25	335,00
2000	237,93	70,42	0,22	308,57
4000	219,71	64,33	0,19	284,23
6000	202,88	58,77	0,17	261,82
8000	187,34	53,69	0,15	241,18
10000	173,00	49,04	0,13	222,17
12000	159,75	44,80	0,12	204,67
14000	147,51	40,93	0,18	188,54
16000	136,22	37,39	0,09	173,70
18000	125,71	34,15	0,08	159,94
20000	116,15	31,20	0,07	147,42

56) Biot astronomie physique T. III. Additions p. 6.

57) Biot Traité de physique I, 406.

58) S. oben S. 42.

Daraus ergiebt ſich, daß 100 Theile der Atmoſphäre in verſchiedenen Höhen folgende Beſtandtheile enthalten [59]).

Höhe Pariſer Fuß	Gewichtstheile			Raumtheile		
	Azot	Orygen	Kohlenſ.	Azot	Orygen	Kohlenſ.
0	76,913	23,012	0,075	78,950	21,000	0,050
2000	77,101	22,827	0,073	79,137	20,814	0,049
4000	77,288	22,642	0,070	79,324	20,628	0,048
6000	77,476	22,457	0,067	79,511	20,442	0,048
8000	77,663	22,272	0,065	79,698	20,256	0,047
10000	77,851	22,087	0,062	79,885	20,070	0,046
12000	78,039	21,903	0,059	80,072	19,884	0,045
14000	78,226	21,718	0,056	80,259	19,698	0,044
16000	78,414	21,533	0,054	80,446	19,512	0,044
18000	78,601	21,348	0,051	80,633	19,326	0,043
20000	78,789	21,163	0,048	80,820	19,140	0,042

Es würde alſo aus der obigen Hypotheſe folgen, daß die Menge des Azots mit der Höhe zunimmt, was die Erfahrung aber nicht zu beſtätigen ſcheint. Wir müſſen jedoch beachten, daß bei dieſer Berechnung die Atmoſphäre im Zuſtande der Ruhe angenommen wurde, was der Erfahrung gemäß nie Statt findet, indem Stürme die Luft aus ſehr verſchiedenen Gegenden zuſammenführen und aufſteigende Ströme die obern und untern Regionen der Atmoſphäre mit einander in Verbindung ſetzen. Es könnte hiebei freilich der Einwurf gemacht werden, daß dieſe Urſache den Unterſchied in dem Miſchungsverhältniß zwar verkleinern, keinesweges aber ganz aufheben könnte. Das Gewicht dieſes Einwurfes anerkennend, will ich annehmen, es werde durch die ge-

59) Eine ähnliche Berechnung hat auch Benzenberg (l. l.) angeſtellt; die von ihm gefundenen Größen weichen etwas von den meinigen ab, zum Theil weil er eine etwas verſchiedene Zuſammenſetzung am Ufer des Meeres, zum Theil auch weil er eine von der oben gegebenen etwas abweichende Größe für die Dichtigkeit der Gaſe annimmt. Dem Gewichte nach findet er am Ufer des Meeres 76,49 Azot, 23,41 Orygen und 0,10 Kohlenſäure; in einer Höhe von 20000 Fuß 78,38 Azot, 21,36 Orygen und 0,07 Kohlenſäure.

edachten Ursachen und die Hälfte dieses Unterschiedes aufgehoben; arnach würde die Atmosphäre in einer Höhe von 10000 Fuß icht wie am Ufer des Meeres 21,0, sondern 20,5 Prozent)xygen enthalten. Dieser Unterschied von 0,5 Prozent ist nur nit Mühe zu entdecken, an den bisherigen Erfahrungen aber 'eineswegs zu prüfen. Die meisten Experimentatoren geben den)xygengehalt zwischen 20,5 und 21,0 Prozent an; wenn also chon zwischen diesen einzelnen Angaben so bedeutende Differenzen ind, wie schwer ist es dann nicht, Gesetze über die Abnahme des)xygens aufzustellen, wenn der Ort, wo die Luft gesammelt)urde, nur einige Tausend Fuß über dem Meere liegt? Und wie)enige Beobachtungen sind in dieser Höhe angestellt? Die einzige ;erlegung der Luft aus so bedeutender Höhe, die von Gay-Lus-ac auf seiner aerostatischen Reise, steht hier, wie bei so vielen nderen Untersuchungen, zu isolirt, als daß sich daraus allgemein ültige Folgerungen herleiten ließen; außerdem war der Tag, an)elchem die Reise gemacht wurde, windstill und heiter und die urch die starke Sonnenhitze an jenem Tage erzeugten auf- und iederwärts gehenden Strömungen hatten auf das Resultat ge-)iß einigen Einfluß. Soll daher die Behauptung, daß das con-tante Verhältniß zwischen den Bestandtheilen der Atmosphäre für ie chemische Verbindung spreche, gelten, so ist durchaus erfor-)erlich, daß an zweien Orten, deren Höhenunterschied einige Tau-;end Fuß beträgt, längere Zeit mit Eudiometern derselben Art 'egelmäßige Messungen angestellt werden; erst dann, wenn auf iese Art der Einfluß der Fehler möglichst entfernt ist, wird sich ntscheiden lassen, ob der Oxygengehalt in der Höhe geringer st. Jedenfalls aber wird die gefundene Differenz weit kleiner eyn, als ihn die obige Tafel giebt; denn gerade in Gebirgs-;egenden, wo solche Messungen nur möglich sind, werden die an)en Seiten der Berge in die Tiefe stürzenden Winde, und die in)er Mitte der Thäler aufsteigenden und in die Höhe gehobenen 'uftmassen [60]) thätig dahin streben, den Unterschied in der Zu-ammensetzung aufzuheben.

60) S. Winde.

Was den Gehalt der Atmoſphäre an Kohlenſäure betrifft, ſo läßt ſich hier noch weit weniger eine Vergleichung zwiſchen Theorie und Erfahrung anſtellen, da es uns noch an hinreichenden Beobachtungen ſelbſt in der Tiefe fehlt. Es iſt bereits oben [61] die Erfahrung von Horaz v. Sauſſure erwähnt, nach welcher auf dem Montblanc die Rinde auf dem Kalkwaſſer kleiner war, als am Ufer des Meeres; da nun die Kohlenſäure in einer Höhe von 14000 Fuß nur etwa $\frac{1}{10}$ kleiner iſt als am Meere, ſo ſcheint dieſe Beobachtung gegen Dalton's Geſetz zu ſprechen. Zwei Umſtände mögen jedoch Urſache dieſes geringeren Niederſchlages ſeyn. Dieſelbe Luftmenge nimmt auf dem Gipfel des Montblanc faſt den doppelten Raum ein als am Meere; wenn alſo auch wirklich die Menge der Kohlenſäure dort eben ſo groß wäre als hier, ſo müßten ſich die Atome derſelben durch den doppelten Weg bewegen, um das Kalkwaſſer zu erreichen. Ueberſehen wir daher auch gänzlich die Abnahme der chemiſchen Anziehung mit der Entfernung, ſo würde ſtets der Niederſchlag in bedeutender Höhe kleiner ſeyn als in der Tiefe. Dazu kommt, daß die Kohlenſäure nach den Erfahrungen Bertholler's gerade diejenige Gasart iſt, welche ſich am langſamſten durch andere, namentlich atmoſphäriſche, Luft bewegt. Hierin mag auch der Grund davon liegen, daß dieſes Gas ſtets dort in großer Menge vorhanden iſt, wo es ſich entwickelt; daraus erklärt ſich dann das von Humboldt bei Steben im Fichtelgebirge beobachtete Phänomen, daß Kalkwaſſer auf dem Graſe einer Wieſe, in einem Abſtande von 10″ und 5′ vom Boden ungleich ſchnell getrübt wurde [62]), indem die durch die Dammerde gebildete Kohlenſäure nur ſehr langſam in die Höhe ſtieg.

Hiernach wird es endlich ſehr wenig wahrſcheinlich, daß die Atmoſphäre in den obern Regionen große Mengen von Hydrogen enthalte. Wegen ſeiner geringen Dichtigkeit müßte zwar die Menge dieſes Gaſes mit der Höhe ſehr ſchnell zunehmen; da es ſich aber mit großer Leichtigkeit durch die Poren der übrigen Gaſe

61) S. S. 32.

62) Humboldt Verſ. üb. die chem. Zerl. d. Luftkr. S. 107.

ısbreitet, ſo müßten wir es allenthalben antreffen. Die Er= hrung zeigt dieſes nicht; wir müſſen daher die Exiſtenz deſſel= n bezweifeln und die Frage, wo das viele Hydrogen bleibe, ıbeantwortet laſſen [63]).

63) Ueber die Hypotheſen, in denen Hydrogen zur Erklärung vieler Phä= nomene angenommen wird, ſ. das von der Luftelectricität handelnde Kapitel.

Zweiter Abschnitt.

Von dem Gange der Temperatur im Allgemeine

Eine der auffallendsten Aenderungen im Zustande der A
mosphäre ist der Wechsel von Wärme und Kälte, die ungle
Temperatur der Luft an verschiedenen Orten, und wir finden dah
in den ältesten Schriften Erwähnung dieses Umstandes. Der Vat
der Geschichte, welcher uns seine eigenen Beobachtungen sowo
als die Berichte anderer über die Beschaffenheit verschiedener G
genden der Erde mit großer Vollständigkeit mittheilte, gedenk
bereits der Hitze Aethiopiens [1]); er bemerkt ferner, daß in In
dien die Hitze am Morgen viel empfindlicher sey als in Griechen
land am Mittage [2]); sodann erzählt er, daß im Lande der Sc
then das Wasser acht Monate im Jahre gefroren sey [3]) un
daß nördlich von diesem Lande das Meer fest, der Boden m
Federn (wie er den Schnee nennt) bedeckt sey und daß eben solche
Federn dort in der Luft schweben [4]). Ja es waren die Unter
schiede der Wärme in verschiedenen Gegenden der Erde die Ur
sache, weshalb die Alten die Oberfläche unseres Planeten in fün
Zonen, eine heiße, zwei gemäßigte und zwei kalte, theilten [5]),
eine Eintheilung, die man noch in neueren Zeiten ungeachtet ihrer
großen, in der Folge näher zu erörternden Unzweckmäßigkeit bei
behalten hat.

In den Werken von späteren Reisenden und Naturforschern
finden wir eine große Menge von Thatsachen, aus denen hervor-

1) Herodot. II, 21.
2) Ibid. III, 104.
3) Ibid. IV, 28.
4) Ibid. IV, 30. *ἔοικε γὰρ ἡ χιὼν πτεροῖσι.*
5) Cicero Somn. Scip.

zeht, daß die Kälte der Luft immer größer wird, je weiter wir uns vom Aequator entfernen, je höher wir in derselben Gegend auf die Gebirge steigen. Sobald es jedoch darauf ankommt, genaue Untersuchungen über die Vertheilung der Wärme auf der Oberfläche der Erde anzustellen, sind alle diese Erfahrungen von einem sehr geringen Werthe, sobald ihr Alter ein halbes Jahrhundert übersteigt. Aeltere Reisende, so umsichtig sie auch immer beobachten mochten, und so unbefangen sie auch sonst in ihren Urtheilen sind, konnten sich hiebei nur auf ihr Gefühl verlassen, nach diesem bestimmten sie den Eindruck, welchen Wärme und Kälte auf sie machten; da jedoch unsere Nerven jedes Gefühl nur nach dem unmittelbar vorhergehenden beurtheilen, so dürfen wir uns auf ihre Angaben durchaus nicht verlassen. Wenn es im Winter nach mehreren Tagen strengen Frostes gelinder wird, wenn die Kälte vielleicht nicht einmal so weit abnimmt, daß es zu thauen anfängt, so scheint es uns sehr warm zu seyn; aber eben diese Kälte würde uns im Sommer unerträglich seyn. Ja auf unser Gefühl können noch mehrere andere äußere Umstände einwirken, welche Ursache sind, daß es uns weit heißer oder kälter zu seyn scheint, als es wirklich ist; so klagen fast alle Reisenden, daß die Hitze zwischen den Wendekreisen zur Zeit des Regens weit drückender sey, als in der trockenen Jahreszeit, obgleich die Luft in letzterer vielleicht bedeutend wärmer ist. Wenn der Mensch sich lange in einer Gegend aufhält, möge dieselbe nun warm seyn oder kalt, so gewöhnt sich sein Körper bald an die ihn umgebende Temperatur und jede Aenderung wird ihn drückend; so konnte Humboldt in Südamerica bei einer Temperatur von 21,8° C vor Kälte nicht schlafen [6]).

Erst nachdem Cornelius Drebbel oder irgend ein anderer gleichzeitiger Physiker das Thermometer erfunden hatte, war man im Stande den größeren oder geringeren Grad der Wärme in verschiedenen Gegenden der Erde anzugeben, und bald wurde das Instrument dazu benutzt; Reisende stellten hieher gehörige Messungen an den Punkten an, wo sie sich aufhielten. Aber da wir die Sprache jener älteren sehr unvollkommenen

6) Humboldt Voyage II, 317, wo mehrere Fälle dieser Art erzählt werden.

Werkzeuge nicht kennen, so sind auch diese Messungen wenig brauchbar. Erst als der Deutsche Fahrenheit Queckſilber als Flüſſigkeit anwendete und ſich zweier feſten Punkte zur Beſtimmung der Scale bediente, wurde es möglich Inſtrumente zu verfertigen, deren Angaben mit einander vergleichbar waren. Die Engländer nahmen dieſe Verbeſſerung mit Beifall auf, und wir können uns der meiſten in engliſchen Schriften ſeit dem Jahre 1730 mitgetheilten Beobachtungen bei unſeren Unterſuchungen bedienen. Weniger günſtig nahmen die Franzoſen dieſe Einrichtung des Inſtrumentes auf, und Reaumur hat durch zu großen Eifer für die Unterſuchung der Wärmevertheilung auf der Erde die Fortſchritte dieſes Theiles der Phyſik mehr gehemmt als gefördert. Der Weingeiſt, mit welchem er die Kugeln füllte, dehnte ſich in verſchiedenen Inſtrumenten ungleich aus und jener reiche Schatz von Beobachtungen, welche Reaumur mit ſeinen Inſtrumenten in verſchiedenen Gegenden der Erde anſtellen ließ und von denen Catte uns viele Reſultate mittheilt, ſind für die Wiſſenſchaft ganz verloren. Erſt als de Luc in der letzten Hälfte des vorigen Jahrhunderts die verſchiedenen Inſtrumente unterſuchte, erkannte er die Unbrauchbarkeit von Reaumur's Einrichtung; er theilte wie dieſer das Intervall zwiſchen den Thaupunkte des Eiſes und dem Siedepunkte des Waſſers in 80 gleiche Theile, beobachtete aber nicht die Ausdehnung von Weingeiſt, ſondern die von Queckſilber. Die deutſchen Phyſiker, welche meiſtens Inſtrumente nach Fahrenheit's Angabe bei ihren Unterſuchungen angewendet hatten, nahmen de Luc's Vorſchlag ſehr bald auf, und ſeit dem Jahre 1780 bedienen ſich auch die Franzoſen meiſtens der mit Queckſilber angefüllten Thermometer.

Es iſt nicht meine Abſicht hier die Einrichtung des Thermometers zu beſchreiben, da ich die Kenntniß dieſes Apparates vorausſetzen muß [7]). Ich werde mich in der Folge ſtets der von

7) Die ausführliche Beſchreibung und Verfertigung des Thermometers findet man in Luz Anweiſung Thermometer zu verfertigen. 8. Nürnberg 1781. Körner Anleitung zur Verfertigung übereinſtimmender Thermometer. 8. Jena 1824. Unter den Lehrbüchern der Phyſik behandelt dieſen Gegenſtand ſehr ausführlich Biot Lehrbuch der Experimentalphyſik von Fechner. 2te Aufl. Leipzig 1828. Bd. I. S. 170—196. Da die käuflichen Thermometer meiſtens nicht calibrirte Röhren

Celsius vorgeschlagenen Scale, welche auch die Franzosen seit der Zeit der Revolution angenommen haben und welche man gewöhnlich die hunderttheilige Scale (Centesimalscale) nennt, bedienen. Bei dieser wird das Intervall zwischen dem Thaupunkte des Eises und dem Siedepunkte des Wassers in 100 Grade getheilt, jener mit 0, dieser mit 100 bezeichnet. Bei Reaumur's (oder strenger de Luc's) Scale, wird der Thaupunkt mit 0, der Siedepunkt mit 80 bezeichnet und das Intervall in 80 gleiche Theile getheilt; Fahrenheit endlich nennt den Thaupunct des Eises den 32sten Grad seiner Scale und zählt von hier bis zum Siedepunkte des Wassers noch 180 Grade, so daß letzterem Punkte der 212te Grad entspricht. Bezeichnen wir daher die Grade des hunderttheiligen Thermometers mit C, die des Reaumur'schen mit R und die des Fahrenheit'schen mit F, so können wir uns zur Verwandlung der Temperaturen in Grade des hunderttheiligen Thermometers folgender Ausdrücke bedienen:

$$1^\circ C = \tfrac{4}{5}^\circ R$$

$$1^\circ C = \tfrac{5}{9}^\circ (F - 32^\circ).$$

Hat man sich ein sorgfältig gearbeitetes Thermometer verschafft, so muß dasselbe zweckmäßig aufgestellt und aufmerksam beobachtet werden. Will man die Wärme der Atmosphäre beobachten, so muß es in dieser selbst hängen, kein Instrument dieser Art kann die Temperatur eines Mittels angeben, in welchem es sich nicht befindet; Angaben von Thermometern, welche selbst in offenen Zimmern hängen, sind für unsere Untersuchung unbrauchbar. Da aber nur die Wärme der Luft auf das Werkzeug wirken soll, so ergiebt sich von selbst, daß es nicht in der Sonne hängen darf. So wünschenswerth es auch ist, den Stand eines von der Sonne beschienenen Thermometers kennen zu lernen, so sind Beobachtungen dieser Art doch nur dann brauchbar, wenn zugleich die Angaben eines zweiten im Schatten hängenden bekannt sind. Stets wird ein von der Sonne beschienenes Instrument mehrere

---

haben, so ist es erforderlich, daß ein Jeder seine Instrumente prüfe, wenn seine Beobachtungen Beachtung verdienen sollen. Anleitung dazu geben Bessel in Poggendorff's Annalen VI, 287 und Egen daselbst XI, 287 fg. Baumgartner im Supplementbande zu seiner Naturlehre. 8. Wien 1830. S. 102 fg. theilt die wichtigsten Resultate aller bisherigen Untersuchungen über diesen Gegenstand mit.

Grade zu hoch stehen, und es ist unbegreiflich, wie selbst de Luc den Einfluß dieses Umstandes übersehen konnte. Eben so schädlich als das directe Sonnenlicht ist das reflectirte. Steht in einiger Entfernung vom Instrumente ein von der Sonne beschienenes Haus, so wird die Angabe von jenem stets höher seyn, als ohne diesen Umstand der Fall seyn würde. Es ist aus diesen Gründen am zweckmäßigsten den Stand eines Thermometers aufzuzeichnen, welches an einem freien Platze gegen Norden hängt; Angaben von Thermometern aber, die in engen Straßen hängen, sollten nie bekannt gemacht werden, weil in ihnen constante Fehler enthalten sind, deren Ausmittelung wohl unmöglich seyn möchte.

Aber nicht bloß die Weltgegend auch die Entfernung vom Boden hat Einfluß auf die Angabe des Thermometers. Die Erde als fester Körper wird von der Sonne stärker erwärmt als die durchsichtige Luft, und eben so erkaltet sie in der Nacht mehr als diese. Die Wärmestrahlung ist Ursache, daß sich eben dieser Unterschied bei allen benachbarten Körpern und zwar desto stärker zeigt, je näher letztere am Boden sind. Durch die Untersuchungen von Biot und Brandes [9]) ist es erwiesen, daß die Temperatur der Luft nahe am Boden während des Tages oft mehrere Grade höher ist, als in der Entfernung von mehreren Fußen, während in heiteren windstillen Nächten nach den Erfahrungen von Wells [10]) das Gegentheil Statt findet. Six war es, welcher zuerst mit Bestimmtheit nachwies, daß der Unterschied zwischen den höchsten und niedrigsten Angaben eines Thermometers desto kleiner würde, je weiter letzteres vom Boden entfernt wäre. Er hing von dreien seiner Thermometrographen den einen in einen Garten 6 Fuß über den Boden, den zweiten an den Fuß des Thurmes zu Canterbury 110 Fuß über dem ersten, und den dritten an die Spitze dieses Thurmes noch 110 Fuß höher. Vom 4ten bis 24sten September 1783 und sodann vom 20sten December 1783 bis zum 8ten Januar 1784 zeichnete er die gefundenen Temperaturen auf, schloß jedoch in der zweiten Reihe

8) de Luc Idées II, 352. §. 784.

9) S. Luftspiegelung im zweiten Bande.

10) S. Thau im vierten Abschnitte.

das mittlere Thermometer aus. Thun wir eben dieſes, ſo ergiebt ſich ein Mittel aus 41 Beobachtungen

6 Fuß vom Boden Minimum 2°,6; Maximum 7°,9
220 . . . . . 3,1 . . . 7,1

darnach iſt unten das Minimum um 0°,5 kleiner, das Maximum um 0°,8 größer als oben, ſo daß der Unterſchied der Extreme unten nahe um 1° größer iſt [11]). Um dieſelbe Zeit machte Wilſon in Glasgow ähnliche Beobachtungen, indem er fand, daß in heiteren Nächten die Temperatur in der Nähe des Bodens weit geringer ſey als in der Höhe [12]). Eine ſehr ſorgfältige Reihe von Beobachtungen dieſer Art hat Daniell angeſtellt. Er befeſtigte einen Thermometrographen in der Nähe des Bodens über kurzem Graſe, während ein anderer in der Entfernung von mehreren (nicht angegebenen) Fußen über demſelben hing. Der Unterſchied beider Minima war nach dem Mittel dreijähriger Beobachtungen folgender [13]):

Januar	1°,9 C
Februar	2,6
März	3,1
April	3,4
Mai	2,3
Junius	2,9
Julius	2,0
Auguſt	2,9
September . . .	3,0
October	2,7
November . . .	2,0
December . . .	1,9

Und eben dieſes fand Sabine in Bahia und auf Jamaica beſtätigt [14]).

11) Philos. Trans. for 1784. Vol. LXXIV. p. 428. Eigentlich beträgt die Größe des Unterſchiedes 1°,3, aber die Differenz beider Maxima iſt wohl deshalb um 0°,3 größer als die der beiden Minima, weil auch wegen der größeren Höhe des oberen Thermometers ſeine Angaben etwas kleiner ſeyn müſſen als die des unteren.

12) Philos. Trans. for 1780. p. 451.

13) Daniell Essays p. 230.

14) Daniell Essays p. 231. Daniell giebt eben daſelbſt den Unterſchied der beiden Maxima, da aber das untere etwa einen Zoll vom

Weit bekannter als die genannten Erfahrungen sind diejenigen, welche Pictet in Genf machte. Es fand derselbe, daß ein 5 Fuß vom Boden hängendes Thermometer beim Aufgange der Sonne 2°,5 niedriger, dagegen um 2 Uhr Abends 2°,5 höher stand, als ein 75 Fuß höher befestigtes, und daß während der Nacht das untere eine um dieselbe Größe niedrigere Wärme angab [15]). Dieser Unterschied ist weit größer als ihn Six gefunden hatte und stimmt sehr nahe mit der von Daniell erhaltenen Größe überein, aber ich glaube, daß die von Six erhaltenen Differenzen bei Bestimmungen der Temperatur der Luft vorzuziehen sind und daß die Untersuchungen von Pictet bei Bestimmung jenes Elementes kein solches Gewicht verdienen, als ihnen de Luc [16]), Schouw [17]) und andere Physiker geben. Der Einfluß der Höhe war nämlich nur dann so bedeutend, wenn der Himmel heiter war oder sich auch nur einzelne Wolken zeigten, dagegen verschwand derselbe bei bewölktem Himmel fast ganz; schon aus diesem Grunde würden Pictet's Erfahrungen denen von Six, die für den mittleren Zustand der Atmosphäre gelten, nachzusetzen seyn, käme nicht noch der Umstand dazu, daß die Thermometer bei Pictet's Messungen zum Theil in der Sonne hingen, wie bereits Saussure [18]) bemerkte und wie auch de Luc selbst gesteht. Die von Daniell gefundenen Unterschiede, welche mit den von Pictet erhaltenen Größen nahe übereinstimmen, sind bei dieser Untersuchung von geringem Gewichte, da wohl selten ein Meteorolog, der die Temperatur der Atmosphäre bestimmen will, sein Thermometer so nahe am Boden befestigen wird, als dieser Beobachter es that.

So einflußreich jedoch auch der Abstand des Instrumentes vom Boden auf seine Angaben ist, so scheint es doch im hohen

---

Boden entfernte Thermometer von der Sonne beschienen würde und seine Kugel meistens geschwärzt war, so ist eine Vergleichung mit dem obern im Schatten hängenden unmöglich.

15) Pictet Essai sur le feu chap. 8. — Bibliothèque universelle, Sc. et A. 1817 Aout.

16) de Luc Idées II, 361.

17) Schouw Pflanzengeographie S. 73.

18) Saussure Reisen durch die Alpen §. 1195. IV, 115.

Grade unwahrscheinlich, daß derselbe in der mittlern Temperatur der Luft eine sehr bedeutende Unrichtigkeit erzeuge, wenn nur die Stunden, zu denen der Stand desselben aufgezeichnet wird, gleichförmig am Tage und in der Nacht vertheilt sind. Hängt das Instrument etwa 10 Fuß über dem Boden, so wird die Strahlung nur eine geringe Einwirkung auf dasselbe haben; wünschenswerth aber bleibt es stets, daß die Beobachter in Zukunft dieses Element in ihren Tagebüchern angeben.

Da die Wärme den größten Einfluß auf alle übrigen Erscheinungen in der Atmosphäre hat, so müssen wir zunächst untersuchen, wie die vorhandenen Beobachtungen am besten zur Bestimmung der Klimate benutzt werden können. Aeltere Physiker wählten hier gewöhnlich die höchste und niedrigste während eines Jahres beobachtete Temperatur; dieses Verfahren ist völlig unbrauchbar, da wir durchaus nichts über den Gang der Wärme im Jahre erfahren [19]). Später wählte man die beiden während eines Monates beobachteten Extreme und sah das arithmetische Mittel derselben als mittlere Temperatur an, auch diese Methode ist unzweckmäßig [20]). Dasselbe gilt von dem Verfahren, dessen sich die Beobachter noch bis jetzt in Rußland bei Bearbeitung ihrer Journale bedienen [21]). Sie beobachten das Thermometer täglich mehrmals und geben dann in ihrer Uebersicht an, wie oft es während eines Monates oder Jahres zwischen beliebig angenommenen Gränzen, also zwischen 0° und 5°, zwischen 5° und 10° u. s. w. gestanden habe. Man erhält hiedurch eben so wenig eine Kenntniß vom Gange der Wärme an einem Orte, als durch jene vorher erwähnten Methoden.

Wenn wir die Aenderung der Temperatur während des Jahres untersuchen wollen, so müssen wir zunächst mit der Wärme eines Tages beginnen. Da jedoch das Thermometer sehr viele

19) Lambert Briefwechsel IV, 206. Wargentin in den Schwed. Abh. für 1757. XIX, 170. Humboldt in den Mém. d'Arcueil III, 490.

20) Lambert in den Mém. de Berlin pour 1777. p. 86.

21) Noch in den neuesten Bänden der Mémoires de l'Academie de St. Petersbourg ist dieses Verfahren angewendet.

unregelmäßige Schwankungen zeigt, so müssen wir diese zunächst zu entfernen suchen. Man beobachtet deshalb mehrere Tage hinter einander zu denselben Stunden des Tages, und nimmt aus den Messungen zu einerlei Stunde das Mittel. Dadurch wird die Größe dieser Störungen vermindert. Am zweckmäßigsten ist es, aus den einzelnen zu derselben Tageszeit während eines Monates angestellten Beobachtungen das Mittel zu nehmen, dann giebt dieses sehr nahe die Temperatur, welche in der Mitte des Monates beobachtet seyn würde. Hat man nun von Stunde zu Stunde den Stand des Thermometers aufgezeichnet, so erhält man am leichtesten eine Uebersicht über den Gang der Wärme am Tage, wenn man (Fig. 3) eine gerade Linie AB als Axe der Abscissen ansieht, diese in 24 gleiche Theile theilt und hierauf mit einem beliebigen Maaßstabe senkrechte Ordinaten AC, EF, BD u. s. w. zur Bezeichnung der in den einzelnen Momenten beobachteten Thermometerstände errichtet. Werden dann die Endpunkte dieser Ordinaten verbunden, so erhält man eine ziemlich regelmäßige Curve. Nimmt man diese Construction für verschiedene Monate des Jahres vor, so ergiebt sich daraus, daß die Wärme einige Zeit vor dem Aufgange der Sonne am kleinsten, einige Zeit nach ihrer Culmination am größten ist. Da wir hiernach die mittleren Wärmegrade in jedem Momente angeben können, so sind wir auch im Stande die gesammte Wärmemenge zu bestimmen, welche ein Ort während eines Tages erhält. Der Flächeninhalt der Temperaturcurve ist der gesuchten Größe gleich. Dadurch erhalten wir ein Rechteck, dessen Grundlinie AB, dessen Höhe AG ist. Sehen wir die die Länge des Tages AB als Einheit an, so erhalten wir unmittelbar die Linie AG für die mittlere Wärme, die ein Ort während des Tages erhält. Diese Größe ist die einfachste, welche wir zur Bestimmung der Temperatur eines Tages zum Grunde legen können, und wenn wir dieselbe für jeden Monat aufsuchen, so giebt das Mittel der zwölf auf diese Art erhaltenen Größen den mittleren Thermometerstand während des Jahres.

Directe Beobachtungen sind das sicherste Mittel, welches hier zum Ziele führt. Jedoch haben verschiedene Mathematiker sich bemüht, das Problem auf analytischem Wege zu lösen.

Halley [22]), Käſtner [23]), L. Euler [24]), Tralles [25]), Schmidt [26]) und mehrere Mathematiker haben Methoden zu dieſer Berechnung vorgeſchlagen [27]). Da die Atmoſphäre vorzugsweiſe von den Strahlen der Sonne erwärmt wird, da ferner dieſer Himmelskörper ſo weit von der Erde entfernt iſt, daß wir die zu uns kommenden Strahlen als parallel anſehen können, ſo wird angenommen, daß die von der Sonne erzeugte Wärme dem Sinus ihrer Höhe proportional ſey, was um ſo eher erlaubt ſcheint, da dieſes Geſetz wenigſtens für das Licht durch directe Verſuche vollkommen bewieſen iſt [28]). Soll indeſſen dieſer Grundſatz auf die Beobachtungen angewendet werden, ſo treffen wir auf ſo viele Schwierigkeiten, daß auch der neueſte Bearbeiter dieſes Gegenſtandes die Ausführung deſſelben aufgeben mußte [29]).

Obgleich wir erſt im fünften Abſchnitte die Umſtände genauer erörtern wollen, welche auf den Gang der Wärme einen größern oder geringern Einfluß haben, ſo ſcheint es doch zweckmäßig, hier ſogleich auf einige der wichtigſten Punkte aufmerkſam zu machen, die hiebei eine Rolle ſpielen. Nur während des Tages wird die Temperatur vorzugsweiſe von der Sonne bedingt; in der Nacht erkaltet die Erde durch Strahlung und es ſinkt daher das Thermometer bis zur Morgendämmerung. Könnte man daher auch die Conſtanten für die Aenderung des Thermometers am Tage beſtimmen, ſo würde man ſtets eine discontinuirliche Function erhalten, da die Wärme während der Nacht nothwendig einem andern Geſetze folgen muß, als am Tage.

Auch am Tage ſpielt die Strahlung bei dieſem Phänomene eine ſo bedeutende Rolle, daß es ſehr ſchwierig ſeyn möchte, den Einfluß von ihr und der latenten Wärme des in der Atmoſphäre enthaltenen Waſſerdampfes hinreichend ſcharf zu beſtimmen. Da-

22) Philos. Trans. for 1693. p. 878.

23) Hamburgiſches Magazin II, 426.

24) Comment. Petrop. XI, 82.

25) Abh. der Berl. Acad. für 1818—19. Mathem. Cl. p. 67.

26) Mathem. und Phyſ. Geogr. II.

27) Wargentin in der Abh. der Schwed. Acad. f. 1757. Bd. XIX, 162.

28) Lambert Photometria. 8. Aug. Vindel. 1760. p. 31.

29) Schmidt l. l.

her geschieht es denn, daß das Thermometer bei gleicher Sonnenhöhe nach der Culmination höher steht als am Morgen, daß sein höchster Stand einige Stunden nach dem Mittage Statt findet. Daher scheint es wenig wahrscheinlich, daß man einen einfachen Ausdruck finden werde, vermittelst dessen sich die Wärme zu einer beliebigen Stunde aus der bloßen Sonnenhöhe angeben läßt. Wenn wir jedoch annehmen, daß die noch von der Nacht übrige Kälte die Wärme der Atmosphäre vor der Culmination der Sonne eben so viel unter den ihrer Höhe entsprechenden Stand deprimirt, als sie dieselbe nach der Culmination über denselben erhebt, dann zeigen die Beobachtungen allerdings die Richtigkeit des allgemeinen Gesetzes. Länger als ein Jahr hat Chiminello in Padua in einer Breite von 45° 24′ N. den Stand des Thermometers von Stunde zu Stunde aufgezeichnet. Nehmen wir das Mittel der Thermometerstände nach dem jährlichen Durchschnitte um 11 Uhr Morgens und 1 Uhr Abends, 10 Uhr Morgens und 2 Uhr Abends, ... 6 Uhr Morgens und Abends und berechnen dann die Höhe der Sonne nach der bekannten Formel

$$\sin h = \sin \delta \sin \varphi + \cos \delta \cos \varphi \cos t$$

wo h die Höhe der Sonne, δ die Declination der Sonne (hier = 0), φ die Polhöhe und t den Stundenwinkel vom Mittage an gerechnet bezeichnet, so können wir allerdings annehmen, daß

$$T = a + b \sin h$$

sey, wo T die der Sonnenhöhe h entsprechende Wärme ist, während a und b zwei constante durch die Beobachtungen näher zu bestimmende Coefficienten sind. Folgende Tafel zeigt die Richtigkeit dieser Behauptung:

t	Sonnenhöhe	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
0	44°36′	16°,17	16°,19	+0°,02
15	42.42	16,07	16,09	+0,02
30	37.27	15,86	15,79	−0,07
45	29.46	15,42	15,31	−0,11
60	20.33	14,63	14,69	+0,06
75	10.21	13,87	13,96	+0,08
90	0	13,17	13,18	+0,01

Es sind in der dritten Verticalspalte diejenigen Größen enthalten, welche Chiminello durch seine sogleich zu erwähnenden

eobachtungen gefunden hatte; leiten wir aus diesen mit Hülfe r Methode der kleinsten Quadrate die Werthe der Constanten a nd b ab, so wird

$$T = 13{,}177 + 4{,}2912 \sin h.$$

Die obige Tafel enthält in der vierten Verticalspalte die nach dieser Formel berechneten Temperaturen, und die Differenzen in der fünften Spalte sind so klein, daß wir die Formel als naturgemäß ansehen dürfen.

Wenn wir demnach die Wärme der Atmosphäre an einem Orte zu einer beliebigen Tageszeit bestimmen wollen, so sind directe Beobachtungen das einzige zum Ziele führende Mittel. Mehrere Physiker, unter denen sich besonders Lambert und Niebuhr auszeichnen [30]), haben den Stand des Thermometers stündlich aufgezeichnet, aber meistens umfassen diese Messungen nur wenige Tage, oder sie wurden an heiteren Tagen angestellt, so daß sie nicht für den mittleren Zustand der Atmosphäre gelten können. So wünschenswerth es nun auch ist, Untersuchungen dieser Art in verschiedenen Gegenden der Erde anzustellen, so besitzen wir bisher doch nur zwei vollständige Reihen von Messungen, welche uns in den Stand setzen, den Gang der täglichen Wärme an allen Orten in mittleren Breiten annähernd zu bestimmen.

Die erste vollständige Arbeit über diesen Gegenstand rührt von Chiminello her. Sechszehn Monate hindurch zeichnete er den Thermometerstand stündlich von 4 Uhr Morgens bis 11 Uhr Abends auf; in der Zwischenzeit der Nacht machte er noch eine Beobachtung, wechselte aber hier mit den Stunden und ergänzte die fehlenden Größen durch Interpolation. Er theilte diese mittleren Thermometerstände, nach den Himmelszeichen geordnet in denen sich die Sonne befand, sehr bald mit [31]); aus diesen Tafeln leitete dann Schouw [32]) durch Interpolation folgende Größen für die einzelnen Monate her.

---

30) Schouw Pflanzengeographie S. 52. Schweigger Jahrbuch N. R. XVII, 391.

31) Saggi scientifici di Padova I, 195 u. 208. Ephemerides Soc. Meteor. Palat. 1789, 354. Toaldo Saggio meteorologico sulla vera influenza degli Astri. 2e ed. Padova 1781. p. 11.

32) Schouw Pflanzengeographie 57.

Gang der täglichen

Stunde	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Junius	Julius	Auguſt
Mittern.	3°,25	4°,28	6°,83	11°,97	17°,44	19°,31	23°,02	20°,00
1	2,98	4,18	6,62	11,49	16,93	19,17	22,49	19,95
2	2,98	3,88	6,23	11,17	16,60	18,93	22,06	19,42
3	2,76	3,68	5,96	10,95	16,22	18,58	21,65	18,98
4	2,72	3,48	5,63	10,57	16,05	18,54	21,34	18,49
5	2,38	3,25	5,37	10,20	16,26	18,94	21,89	18,49
6	2,30	3,06	5,16	10,25	17,52	20,40	23,47	19,13
7	2,15	2,91	5,40	10,76	19,14	21,83	25,36	20,52
8	2,37	3,12	6,91	11,74	20,26	22,74	26,37	22,06
9	2,84	3,86	6,97	12,80	21,31	23,48	28,10	24,85
10	3,58	4,99	8,77	13,56	22,09	24,00	28,92	25,17
11	4,43	5,67	8,82	14,09	22,85	24,72	29,52	25,76
Mittag	4,94	6,44	9,38	14,62	23,39	25,08	30,01	26,50
1	5,44	6,70	9,66	15,13	23,57	25,19	30,47	26,97
2	5,60	6,91	9,91	15,43	23,65	25,21	30,73	27,45
3	5,52	6,95	10,10	15,70	23,65	25,17	30,48	27,55
4	5,19	6,56	9,87	15,65	23,31	24,68	29,59	26,85
5	4,80	6,11	9,47	15,50	22,57	23,93	29,11	25,90
6	4,45	5,88	9,01	14,92	21,47	23,18	27,82	24,46
7	4,11	5,67	8,64	14,43	20,29	22,08	26,64	23,19
8	3,80	5,42	8,27	13,62	20,14	21,45	24,80	22,17
9	3,65	5,07	7,86	13,17	18,58	20,21	24,14	21,53
10	3,49	4,78	7,43	12,69	18,17	19,78	23,97	21,09
11	3,35	4,50	7,13	12,28	17,78	19,61	23,39	20,57
Mittel	3,71	4,89	7,73	13,03	19,97	21,93	26,06	22,79

Dieſe Tafel ſetzt uns in den Stand, die Aenderungen des Thermometers von Stunde zu Stunde zu überſehen; da jedoch unregelmäßige Bewegungen des Queckſilbers hier noch einen zu großen Einfluß ausüben, ſo ſcheint es zweckmäßig, einen Ausdruck zu entwickeln, vermittelſt deſſen ſich die Größe der Luftwärme in jedem Momente einigermaßen von dieſen Störungen befreit beſtimmen läßt. Da jedoch die Formeln, bei denen die Höhe der Sonne zum Grunde gelegt wird, im hohen Grade verwickelt ſind, ſo ſcheint es mir zweckmäßiger, hier ein empiriſches Interpolationsverfahren anzuwenden. Man kann der Function, welche dieſen Gang darſtellen ſoll, eine beliebige Geſtalt geben; da jedoch die Meſſungen eine von der Länge des Tages abhängige Periodicität zei-

ärme in Padua

ept.	Oct.	Nov.	Dec.	Winter	Frühl.	Sommer	Herbst	Jahr
5°,68	13°,94	6°,56	2°,97	3°,50	12°,08	20°,78	12°,39	12°,19
5,39	13,85	6,43	2,80	3,32	11,68	20,54	12,22	11,94
6,07	13,63	6,28	2,64	3,17	11,33	20,14	11,99	11,66
5,76	13,42	6,15	2,61	3,02	11,04	19,74	11,78	11,39
5,46	13,18	6,04	2,53	2,91	10,75	19,46	11,56	11,17
5,05	12,94	5,95	2,44	2,69	10,61	19,77	11,31	11,10
5,20	13,00	5,87	2,39	2,58	10,98	21,00	11,36	11,48
5,15	13,21	5,75	2,30	2,45	11,77	22,57	11,70	12,12
7,39	13,91	6,52	2,59	2,69	12,97	23,72	12,61	12,99
9,11	14,69	7,70	3,43	3,38	13,69	25,48	13,83	14,09
9,67	15,56	8,74	4,16	4,24	14,80	26,03	14,66	14,93
0,33	16,16	9,62	5,15	5,08	15,25	26,67	15,37	15,59
1,06	16,68	10,25	5,71	5,70	15,80	27,20	16,00	16,17
1,56	17,10	10,75	6,21	6,12	16,12	27,54	16,47	16,56
1,93	17,43	10,92	6,41	6,31	16,33	27,79	16,76	16,79
1,97	17,47	10,50	5,94	6,14	16,48	27,73	16,65	16,75
1,35	17,34	9,64	5,27	5,67	16,28	27,03	16,11	16,27
0,38	16,23	8,64	4,76	5,22	15,85	26,31	15,08	15,61
9,42	15,60	7,92	4,25	4,86	15,13	25,15	14,31	14,86
8,60	15,09	7,58	4,03	4,60	14,45	23,97	13,76	14,19
8,50	14,86	7,32	3,79	4,34	14,01	22,81	13,56	13,68
8,09	14,59	7,12	3,52	4,06	13,20	21,96	13,27	13,12
17,65	14,27	6,83	3,26	3,84	12,76	21,61	12,92	12,78
17,33	14,07	6,66	3,10	3,65	12,40	21,19	12,69	12,48
18,38	14,92	7,73	3,84	4,15	13,57	23,59	13,68	13,75

zeigen, so ist es am zweckmäßigsten sich hier trigonometrischer Functionen zu bedienen. Man betrachtet zu dem Behufe die Länge des Tages als Peripherie eines Kreises, theilt diese in 24 gleiche Theile, so daß auf jede Stunde 15° kommen und sieht nun die zu suchende Größe als eine Function vom Sinus oder Cosinus dieses Stundenwinkels an. In der einfachsten Gestalt hat Schmidt diesen Ausdruck angewendet [33]). Rechnet man die Stunden vom Mittage an bis zu 24 und bezeichnet dann mit m

33) Mathem. u. Phys. Geogr. II, 279.

die Stunde (jede zu 15° gerechnet), für welche die Wärme T_n geſucht wird, ſo iſt

$$T_n = a + b \cdot \cos n \cdot 15^\circ + c \sin n \cdot 15^\circ + d \cdot \cos n \cdot 30^\circ + e \sin n \cdot 30^\circ + f \cdot \cos n \cdot 45^\circ + g \sin n \cdot 45^\circ + h \cdot \cos n \cdot 60^\circ + i \sin n \cdot 60^\circ + \text{— — — — — —}$$

Hier ſind die Größen a, b, c.....i conſtante durch die Beobachtungen näher zu beſtimmende Coefficienten; es werden von dieſem Ausdrucke ſo viel Glieder entwickelt, bis die letzten ſo klein ſind, daß wir ſie ganz überſehen dürfen. Es ſcheint mir jedoch, daß die Zahl der nöthigen Glieder hier weit größer, die Berechnung der Temperatur viel weitläuftiger iſt, als nach dem ſogleich anzugebenden Ausdrucke.

Indem A. Bouvard dieſelbe Eintheilung des Tages zum Grunde legte, hatte er ſchon früher einen Ausdruck entwickelt, welcher bei einer geringeren Zahl von Gliedern eine größere Genauigkeit gewährt [34]). Bezeichnet T_n die der nten Stunde entſprechende Wärme, T_0 den zur Zeit der Culmination der Sonne gefundenen Thermometerſtand, und ſind a, b, c.... conſtante durch die Beobachtungen zu beſtimmende Coefficienten, m, o, p.... eben ſolche Bögen; ſo iſt

$$T_n - T_0 = a \sin (n \cdot 15^\circ + m) + b \sin (n \cdot 30^\circ + 0) + c \sin (n \cdot 45^\circ + p) + \ldots\ldots$$

von denen ſo viele Glieder entwickelt werden, als nöthig zu ſeyn ſcheinen. Schon früher als mir dieſe Arbeiten bekannt wurden, hatte ich mich eines dem letzteren ſehr ähnlichen Ausdruckes bedient, welchen Hällſtröm [35]) bei mehreren Unterſuchungen mit Erfolg angewendet hat. Es iſt nämlich nach demſelben

$$T_n = T + u' \sin (n \cdot 15^\circ + v') + u'' \sin (n \cdot 30^\circ + v'') + u''' \sin (n \cdot 45^\circ + v''') + \ldots\ldots$$

Dieſer Ausdruck empfiehlt ſich beſonders dadurch, daß ſich die Conſtanten mit großer Leichtigkeit nach der Methode der kleinſten

34) Mémoires de l'Ac. des Sciences de l'Institut de France T. VII p. 300. Bibliothèque univ. XLI, 276.

35) Poggendorff's Annalen IV, 405. VIII, 181. XI, 251. vgl. Baumgartner Naturlehre Supplementband S. 22 fg.

Quadrate bestimmen lassen, wenn die directen Messungen nur stets einen gleichen Abstand haben, also entweder alle Stunden oder alle zwei, drei .... Stunden angestellt sind. Ist dieses nicht der Fall, so ist es am zweckmäßigsten, die fehlenden Zwischenbeobachtungen durch Interpolation zu ergänzen und die Rechnung mit diesen interpolirten Größen vorzunehmen. Gesetzt, man hätte in unserem Falle die Temperatur stündlich aufgezeichnet, es fehlte aber der Stand um 10 Uhr Abends, so könnte man das Mittel der Thermometerstände um 9 Uhr und 11 Uhr als der Wahrheit nahe kommend ansehen und nun die Berechnung der Constanten vornehmen. Sollte sich jedoch hiebei zeigen, daß die durch Interpolation gefundene Größe sich zu sehr von der nach der Formel erhaltenen entfernte, so könnte man diesen durch die erste Berechnung gefundenen Werth nochmals zur Bestimmung der Constanten anwenden. Wie groß die Zahl von Gliedern sey, welche man bei Anwendung dieser Formel nehmen muß, hängt offenbar von der Natur des zu lösenden Problems ab. Für den Gang der Temperatur während eines Tages scheinen vier Glieder erforderlich zu seyn, bei den meisten in der Folge anzustellenden Untersuchungen werden wir uns indessen nur der drei ersten bedienen.

Wenden wir auch nur diese drei Glieder an, so haben wir fünf Constanten T, u', u'', v', v'' aufzusuchen und es sind also wenigstens fünf Beobachtungen erforderlich. Hier treffen wir auf den sonderbaren Fall, daß bei Anwendung aller 24 Beobachtungen und der Methode der kleinsten Quadrate die Rechnung im Allgemeinen schneller vollendet wird, als wenn wir nur fünf beliebige Beobachtungen anwenden. Bezeichnen wir nämlich die um Mittag, 1 Uhr, 2 Uhr ..... 23 Uhr gefundenen Größen mit 0, I, II, III .... XXIII, so ist T gleich dem arithmetischen Mittel dieser Größen, und für die übrigen Constanten ergeben sich folgende Endgleichungen:

$$\begin{aligned} 12\,u' \sin v' = {} & (\mathrm{I} - \mathrm{XI} - \mathrm{XIII} + \mathrm{XXIII}) \cos 15^\circ \\ & + (\mathrm{II} - \mathrm{X} - \mathrm{XIV} + \mathrm{XXII}) \cos 30^\circ \\ & + (\mathrm{III} - \mathrm{IX} - \mathrm{XV} + \mathrm{XXI}) \cos 45^\circ \\ & + (\mathrm{IV} - \mathrm{VIII} - \mathrm{XVI} + \mathrm{XX}) \cos 60^\circ \\ & + (\mathrm{V} - \mathrm{VII} - \mathrm{XVII} + \mathrm{XIX}) \cos 75^\circ \\ & + 0 - \mathrm{XII} \end{aligned}$$

$$12\,u' \cos v' = (I + XI - XIII - XXIII) \sin 15°$$
$$+ (II + X - XIV - XXII) \sin 30°$$
$$+ (III + IX - XV - XXI) \sin 45°$$
$$+ (IV + VIII - XVI - XX) \sin 60°$$
$$+ (V + VII - XVII - XIX) \sin 75°$$
$$+ VI - XVIII$$

$$12\,u'' \sin v'' = (I - V - VII + XI + XIII - XVII - XI$$
$$+ XXIII) \cos 30°$$
$$+ (II - IV - VIII + X + XIV - XVI - XX$$
$$+ XXII) \cos 60°$$
$$+ 0 - VI + XII - XVIII$$

$$12\,u'' \cos v'' = (I + V - VII - XI + XIII + XVII - XI$$
$$- XXIII) \sin 30°$$
$$+ (II + IV - VIII - X + XIV + XVI - X$$
$$- XXII) \sin 60°$$
$$+ III - IX + XV - XXI$$

$$12\,u''' \sin v''' = (I - III - V + VII + IX - XI - XIII + X$$
$$+ XVII - XIX - XXI + XXIII) \cos 45°$$
$$+ 0 - IV + VIII - XII + XVI - XX$$

$$12\,u''' \cos v''' = (I + III - V - VII + IX + XI - XIII - X$$
$$+ XVII + XIX - XXI - XXIII) \sin 45°$$
$$+ II - VI + X - XIV + XVIII - XXII$$

Hat man dann die Producte $u' \sin v'$, $u' \cos v'$, $u'' \sin v''$ $u'' \cos v''$, $u''' \sin v'''$, $u''' \cos v'''$ gefunden, ſo laſſen ſich d Factoren ſelbſt ſehr leicht angeben.

Wenden wir dieſen Ausdruck auf unſer Problem an und beſtimmen den Gang der Temperatur während des Tages im jährlichen Durchſchnitte, ſo geben die Meſſungen von Chimi nello folgende Größen:

$u' \sin v' = +2{,}0886$
$u' \cos v' = +1{,}6446$
$u'' \sin v'' = +0{,}5099$
$u'' \cos v'' = +0{,}2211$
$u''' \sin v''' = -0{,}0971$
$u''' \cos v''' = -0{,}0731$

ieraus folgt

$$v' = 51°47', \quad u' = 2{,}6589, \quad \log u' = 0{,}42470$$
$$v'' = 66°33', \quad u'' = 0{,}5558, \quad \log u'' = 0{,}74493 - 1$$
$$v''' = 233.0, \quad u''' = 0{,}1220, \quad \log u''' = 0{,}68630 - 1$$

s ist mithin

$$T_n = 13°{,}7463 + 2{,}6589 \sin(n.15° + 51°47') + 0{,}5558 \sin(n.30° + 66°33') + 0{,}1220 \sin(n.45° + 233°)$$

it dem wahrscheinlichen Fehler

$$\varepsilon''(T_n) = 0°{,}0469.$$

Die folgende Tafel enthält die Vergleichung der beobachteten Werthe mit den berechneten.

Stunde	Beobachtet	Berechnet	Unterschied	Stunde	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
0	16°,17	16°,25	+0°,08	12	12°,19	12°,26	+0°,07
1	16,56	16,65	+0,09	13	11,94	11,98	+0,04
2	16,79	16,77	—0,02	14	11,66	11,65	—0,01
3	16,75	16,64	—0,11	15	11,39	11,33	—0,06
4	16,27	16,27	0	16	11,17	11,14	—0,03
5	15,61	16,67	+0,06	17	11,10	11,19	+0,09
6	14,86	14,97	+0,11	18	11,48	11,54	+0,06
7	14,19	14,24	+0,05	19	12,12	12,18	+0,06
8	13,68	13,58	—0,10	20	12,99	13,02	+0,03
9	13,12	13,10	—0,02	21	14,09	13,95	—0,14
10	12,78	12,75	—0,03	22	14,93	14,87	—0,06
11	12,48	12,50	+0,02	23	15,59	15,65	+0,06

Die Uebereinstimmung zwischen den beobachteten und den berechneten Temperaturen ist so groß, daß wir die Abweichungen beider völlig übersehen dürfen; es würden diese Differenzen noch weit geringer seyn, hätten wir eine größere Zahl von Gliedern angewendet. Ich habe mich daher auch desselben Ausdruckes bedient, um den Gang der Wärme in den einzelnen Monaten zu bestimmen; freilich werden hier die Differenzen größer, die Ursache davon möchte aber zum Theil darin liegen, daß der Einfluß der unregelmäßigen Bewegungen noch zu bedeutend ist. Da es hier zu weitläuftig werden würde, sollte ich für jeden Monat dieselbe Vergleichung anstellen, als so eben für das ganze

Jahr geſchah, ſo will ich nur die Formeln für die einzelnen Monate und ſodann die berechneten Temperaturen angeben.

Januar: $T_n = 3{,}7117 + 1{,}406 \sin(n \cdot 15^\circ + 34^\circ 24') + 0{,}5910 \sin(n \cdot 30^\circ + 40^\circ 36') + 0{,}1315 \sin(n \cdot 45^\circ + 66^\circ 44')$

Februar: $T_n = 4{,}8896 + 1{,}720 \sin(n \cdot 15^\circ + 30^\circ 16') + 0{,}5967 \sin(n \cdot 30^\circ + 49^\circ 44') + 0{,}2055 \sin(n \cdot 45^\circ + 86^\circ 33')$

März: [36]) $T_n = 7{,}6846 + 2{,}173 \sin(n \cdot 15^\circ + 34^\circ 26') + 0{,}5335 \sin(n \cdot 30^\circ + 63^\circ 27') + 0{,}1417 \sin(n \cdot 45^\circ + 161^\circ 11')$

April: $T_n = 13{,}0288 + 2{,}534 \sin(n \cdot 15^\circ + 34^\circ 53') + 0{,}3676 \sin(n \cdot 30^\circ + 59^\circ 3') + 0{,}2381 \sin(n \cdot 45^\circ + 198^\circ 34')$

Mai: $T_n = 19{,}9683 + 3{,}755 \sin(n \cdot 15^\circ + 59^\circ 52') + 0{,}3983 \sin(n \cdot 30^\circ + 105^\circ 43') + 0{,}3599 \sin(n \cdot 45^\circ + 247^\circ 14')$

Junius: $T_n = 21{,}9254 + 3{,}883 \sin(n \cdot 15^\circ + 67^\circ 21') + 0{,}2282 \sin(n \cdot 30^\circ + 96^\circ 47') + 0{,}3831 \sin(n \cdot 45^\circ + 251^\circ 49')$

Julius: $T_n = 26{,}0558 + 4{,}391 \sin(n \cdot 15^\circ + 65^\circ 23') + 0{,}5066 \sin(n \cdot 30^\circ + 98^\circ 19') + 0{,}5319 \sin(n \cdot 45^\circ + 252^\circ 47')$

---

36) In der von Schouw gegebenen Tafel ſcheinen einige Druckfehler im März zu ſeyn; es iſt nämlich die Temperatur 5°,40 um 19h; 6°,91 um 20h; 6°,97 um 21h; 8°,77 um 22h; 8°,82 um 23h. Hier ſcheinen die Zahlen um 20 Uhr und 22 Uhr zu groß. Ich habe aus dieſem Grunde die Conſtanten zweimal beſtimmt, indem ich mich bei der zweiten Rechnung der durch die erſte gefundenen Thermometerſtände 6°,47 und 8°,24 in dieſen Momenten bediente.

August: $T_n = 22{,}7929 + 4{,}272 \sin(n \cdot 15^\circ + 56^\circ 9')$
$+ 0{,}7862 \sin(n \cdot 30^\circ + 76^\circ 9')$
$+ 0{,}4988 \sin(n \cdot 45^\circ + 234^\circ 12')$

September: $T_n = 18{,}3792 + 3{,}025 \sin(n \cdot 15^\circ + 48^\circ 44')$
$+ 0{,}7699 \sin(n \cdot 30^\circ + 81^\circ 17')$
$+ 0{,}1580 \sin(n \cdot 45^\circ + 249^\circ 5')$

October: $T_n = 14{,}9258 + 2{,}013 \sin(n \cdot 15^\circ + 47^\circ 20')$
$+ 0{,}6517 \sin(n \cdot 30^\circ + 50^\circ 43')$
$+ 0{,}0533 \sin(n \cdot 45^\circ + 258^\circ 3')$

November: $T_n = 7{,}7392 + 2{,}143 \sin(n \cdot 15^\circ + 56^\circ 44')$
$+ 0{,}9282 \sin(n \cdot 30^\circ + 60^\circ 15')$
$+ 0{,}1866 \sin(n \cdot 45^\circ + 60^\circ 15')$

December: $T_n = 3{,}8442 + 1{,}693 \sin(n \cdot 15^\circ + 48^\circ 46')$
$+ 0{,}6807 \sin(n \cdot 30^\circ + 51^\circ 45')$
$+ 0{,}2337 \sin(n \cdot 45^\circ + 57^\circ 1')$

Folgende Tafel enthält die nach diesen Formeln berechnete

Stunde	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Junius
Mittag	5°,01	6°,42	9°,44	14°,72	23°,27	24°,92
1	5,46	6,85	9,81	15,08	23,54	25,15
2	5,61	6,96	9,96	15,42	23,68	25,25
3	5,49	6,80	9,93	15,61	23,63	25,20
4	5,19	6,51	9,77	15,64	23,27	24,85
5	4,81	6,19	9,50	15,45	22,58	24,11
6	4,44	5,91	9,13	15,02	21,60	23,11
7	4,12	5,65	8,69	14,43	20,53	22,00
8	3,86	5,39	8,22	13,71	19,55	21,04
9	3,64	5,09	7,78	13,07	18,78	20,32
10	3,46	4,79	7,41	12,38	18,24	19,89
11	3,31	4,50	7,13	12,24	17,84	19,62
Mitternacht	3,18	4,27	6,89	11,97	17,44	19,39
13	3,08	4,10	6,63	11,63	16,95	19,09
14	2,97	3,94	6,30	11,28	16,45	18,78
15	2,83	3,75	5,91	10,83	16,09	18,60
16	2,63	3,48	5,53	10,44	16,09	18,74
17	2,40	3,18	5,28	10,25	16,59	19,3
18	2,22	2,96	5,28	10,41	17,57	20,2
19	2,19	2,95	5,61	10,96	18,85	21,4
20	2,40	3,27	6,26	11,71	20,19	22,6
21	2,88	3,91	7,11	12,61	21,37	23,58
22	2,57	4,78	8,02	13,46	22,26	24,24
23	4,34	5,68	8,83	14,17	22,87	24,65

Es ist nicht möglich, daß ein einziger Beobachter diese U
tersuchung ganz durchführen könne[37]); Brewster ließ daher
Stand des Thermometers während der Jahre 1824 und 1
im Fort Leith bei Edinburgh durch das Militär aufzeichnen;

37) Hr. Hofrath Brandes in Salzuffeln hat mit mehreren Gehi
Beobachtungen acht Monate hindurch stündlich gemacht und in den
gen Monaten fehlen nur einige Nachtbeobachtungen, jedoch ist dies
heit noch nicht bekannt gemacht.

emperaturen in den einzelnen Monaten.

Stunde	Julius	August	Septbr.	October	Novemb.	Desbr.
Mittag	30°,04	26°,70	21°,27	16°,86	10°,48	5°,85
1	30,31	27,10	21,66	17,31	10,88	5,26
2	30,46	27,30	21,77	17,49	10,79	5,26
3	30,35	27,24	21,58	17,38	10,28	5,91
4	29,83	26,81	21,11	17,01	9,52	5,35
5	28,86	25,93	20,44	16,44	8,72	4,77
6	27,54	24,70	19,67	15,80	8,03	4,30
7	26,14	23,34	18,94	15,19	7,53	3,97
8	24,95	22,14	18,34	14,81	7,20	3,74
9	24,13	21,30	17,92	14,38	6,99	3,54
10	23,67	20,85	17,63	14,21	6,83	3,33
11	23,39	20,63	17,36	14,11	6,70	3,11
Mitternacht	23,07	20,41	17,01	14,00	6,57	2,91
13	22,59	20,00	16,53	13,83	6,45	2,77
14	22,03	19,36	15,95	13,58	6,33	2,69
15	21,62	18,70	15,41	13,30	6,18	2,62
16	21,65	18,33	15,09	13,06	6,02	2,53
17	22,31	18,51	15,12	12,95	5,88	2,41
18	23,57	19,36	15,57	13,05	5,87	2,32
19	25,17	20,74	16,39	13,38	6,09	2,37
20	26,79	22,37	17,45	13,92	6,63	2,66
21	28,13	23,93	18,60	14,64	7,50	2,31
22	29,07	25,12	19,69	15,43	8,58	4,16
23	29,66	26,10	20,59	16,20	9,65	5,09

...er größten Bereitwilligkeit unterzogen sich die Offiziere der Artillerie dieser eben so verdienstlichen als mühsamen Arbeit. Die von Brewster in Graden der Fahrenheit'schen Scale gegebenen Größen [38]) habe ich in Grade des hunderttheiligen Thermometers verwandelt [39]) und darnach folgende Größen erhalten:

38) Edinburh Journal of Science Nr. IX, Junius 1826. p. 18.

39) Schweigger Jahrbuch N. R. XVII, 428.

Gang der tägliche

Stunde	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Junius
Mitternacht	4°,79	4°,18	4°,04	6°,34	8°,62	11°,77
1	4,79	4,26	3,86	6,16	8,22	11,44
2	4,66	4,31	3,74	5,65	7,99	11,25
3	4,62	4,32	3,50	5,29	7,71	11,18
4	4,48	4,22	3,40	4,88	7,46	11,05
5	4,41	4,09	3,31	4,78	7,53	11,07
6	4,41	4,02	3,29	4,85	7,96	11,57
7	4,46	4,05	3,47	5,90	8,44	12,01
8	4,51	4,04	3,84	6,62	9,14	12,65
9	4,66	4,31	4,39	7,98	9,85	13,36
10	4,91	4,78	4,74	8,94	10,50	13,98
11	5,19	5,28	5,51	9,60	11,02	14,53
Mittag	5,57	5,68	6,29	10,01	11,43	14,81
1	5,79	5,99	6,49	10,25	11,77	15,01
2	5,88	5,98	6,67	10,45	12,01	15,39
3	5,89	6,00	6,71	10,66	12,05	15,68
4	5,66	5,70	6,69	10,49	12,23	15,45
5	5,38	5,27	6,42	10,19	12,15	15,32
6	5,25	5,00	6,03	9,96	11,86	15,08
7	5,05	4,79	5,49	9,19	11,36	14,66
8	4,93	4,57	5,09	8,28	10,56	13,70
9	4,88	4,40	4,70	7,62	9,73	12,98
10	4,90	4,25	4,41	7,23	9,44	12,21
11	4,83	4,19	4,12	6,62	8,97	12,06
Mittel	5,00	4,74	4,84	7,83	9,91	13,26

Um auch hier die etwanigen Unregelmäßigkeiten zu entfernen, habe ich die Constanten der obigen Gleichung aufgesucht und dadurch für die einzelnen Monate folgende Größen erhalten:

Januar: $T_n = 4{,}9958 + 0{,}5896 \sin (n \cdot 15° + 38° 15')$
$+ 0{,}2350 \sin (n \cdot 30° + 30° 58')$
$+ 0{,}0640 \sin (n \cdot 45° + 357° 48')$

Wärme im Fort Leith.

Stunde	Julius	August	Septbr.	October	Novbr.	Decbr.	Jahr
Mittern.	13°,79	13°,06	12°,28	8°,71	4°,28	3°,93	8°,00
1	13,43	12,96	12,13	8,93	4,37	3,86	7,85
2	13,33	12,82	12,00	8,88	4,22	3,90	7,74
2	13,11	12,66	11,72	8,82	4,30	3,92	7,60
4	12,86	12,54	11,51	8,80	4,26	3,87	7,47
5	13,15	12,57	11,44	8,64	4,31	3,84	7,44
6	13,73	12,79	11,59	8,41	4,36	3,93	7,58
7	14,38	13,35	12,02	8,64	4,48	3,89	7,93
8	15,06	14,00	12,73	9,00	4,50	3,96	8,35
9	15,83	14,88	13,62	9,37	4,76	4,09	8,92
10	16,46	15,30	14,15	10,00	5,26	4,27	9,45
11	16,95	15,72	14,77	10,49	5,81	4,73	9,97
Mittag	17,69	16,26	15,28	10,85	6,16	5,00	10,43
1	17,74	16,51	15,72	11,09	6,35	5,10	10,67
2	17,96	16,62	15,91	11,12	6,50	5,12	10,82
3	18,13	16,62	15,85	10,96	6,53	4,88	10,85
4	18,17	16,75	15,52	10,63	6,01	4,72	10,69
5	18,24	16,69	15,51	10,27	5,64	4,54	10,48
6	18,15	16,62	14,81	9,86	5,44	4,41	10,16
7	17,69	15,54	14,08	9,52	5,21	4,16	9,75
8	16,42	14,83	13,63	9,22	5,04	4,10	9,24
9	15,46	14,27	13,22	9,14	4,90	4,06	8,79
10	14,75	13,72	12,85	8,90	4,63	4,03	8,49
11	14,30	13,36	12,62	8,65	4,41	3,96	8,22
Mittel	15,70	14,60	13,54	9,54	5,07	4,26	9,04

Februar: $T_n = 4{,}7400 + 0{,}8732 \sin(n.15° + 48°55') + 0{,}4358 \sin(n.30° + 29°12') + 0{,}0994 \sin(n.45° + 61°51')$

März: $T_n = 4{,}8417 + 1{,}6643 \sin(n.15° + 38°1') + 0{,}3915 \sin(n.30° + 30°32') + 0{,}0238 \sin(n.45° + 125°52')$

Gang der tägliche

Stunde	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Junius
Mitternacht	4°,79	4°,18	4°,04	6°,34	8°,62	11°,77
1	4,79	4,26	3,86	6,16	8,22	11,44
2	4,66	4,31	3,74	5,65	7,99	11,25
3	4,62	4,32	3,50	5,29	7,71	11,18
4	4,48	4,22	3,40	4,88	7,46	11,05
5	4,41	4,09	3,31	4,78	7,53	11,07
6	4,41	4,02	3,29	4,85	7,96	11,57
7	4,46	4,05	3,47	5,90	8,44	12,01
8	4,51	4,04	3,84	6,62	9,14	12,65
9	4,66	4,31	4,39	7,98	9,85	13,36
10	4,91	4,78	4,74	8,94	10,50	13,98
11	5,19	5,28	5,51	9,50	11,02	14,53
Mittag	5,57	5,68	6,29	10,01	11,43	14,81
1	5,79	5,99	6,49	10,25	11,77	15,01
2	5,88	5,98	6,67	10,45	12,01	15,39
3	5,89	6,00	6,71	10,66	12,05	15,68
4	5,66	5,70	6,69	10,49	12,23	15,45
5	5,38	5,27	6,42	10,19	12,15	15,32
6	5,25	5,00	6,03	9,96	11,86	15,08
7	5,05	4,79	5,49	9,19	11,36	14,66
8	4,93	4,57	5,09	8,28	10,56	13,70
9	4,88	4,40	4,70	7,62	9,73	12,98
10	4,90	4,25	4,41	7,23	9,44	12,21
11	4,83	4,19	4,12	6,62	8,97	12,06
Mittel	5,00	4,74	4,84	7,83	9,91	13,26

Um auch hier die etwanigen Unregelmäßigkeiten zu entfernen, habe ich die Constanten der obigen Gleichung aufgesucht und dadurch für die einzelnen Monate folgende Größen erhalten:

Januar: $T_n = 4{,}9958 + 0{,}5896 \sin (n \cdot 15° + 38° 15')$
$+ 0{,}2350 \sin (n \cdot 30° + 30° 58')$
$+ 0{,}0640 \sin (n \cdot 45° + 357° 48')$

Wärme im Fort Leith.

Stunde	Julius	August	Septbr.	October	Novbr.	Decbr.	Jahr
Mittern.	13°,79	13°,06	12°,28	8°,71	4°,28	3°,93	8°,00
1	13,43	12,96	12,13	8,93	4,37	3,86	7,85
2	13,33	12,82	12,00	8,88	4,22	3,90	7,74
2	13,11	12,66	11,72	8,82	4,30	3,92	7,60
4	12,86	12,54	11,51	8,80	4,26	3,87	7,47
5	13,15	12,57	11,44	8,64	4,31	3,84	7,44
6	13,73	12,79	11,59	8,41	4,36	3,93	7,58
7	14,38	13,35	12,02	8,64	4,48	3,89	7,93
8	15,06	14,00	12,73	9,00	4,50	3,96	8,35
9	15,83	14,88	13,62	9,37	4,76	4,09	8,92
10	16,46	15,30	14,15	10,00	5,26	4,27	9,45
11	16,95	15,72	14,77	10,49	5,81	4,73	9,97
Mittag	17,69	16,26	15,28	10,85	6,16	5,00	10,43
1	17,74	16,51	15,72	11,09	6,35	5,10	10,67
2	17,96	16,62	15,91	11,12	6,50	5,12	10,82
3	18,13	16,62	15,85	10,96	6,53	4,88	10,85
4	18,17	16,75	15,52	10,63	6,01	4,72	10,69
5	18,24	16,69	15,51	10,27	5,64	4,54	10,48
6	18,15	16,62	14,81	9,86	5,44	4,41	10,16
7	17,69	15,54	14,08	9,52	5,21	4,16	9,75
8	16,42	14,83	13,63	9,22	5,04	4,10	9,24
9	15,46	14,27	13,22	9,14	4,90	4,06	8,79
10	14,75	13,72	12,85	8,90	4,63	4,03	8,49
11	14,30	13,36	12,62	8,65	4,41	3,96	8,22
Mittel	15,70	14,60	13,54	9,54	5,07	4,26	9,04

Februar: $T_n = 4{,}7400 + 0{,}8732 \sin(n.15° + 48°\,55') + 0{,}4358 \sin(n.30° + 29°\,12') + 0{,}0994 \sin(n.45° + 61°\,51')$

März: $T_n = 4{,}8417 + 1{,}6643 \sin(n.15° + 38°\,1') + 0{,}5915 \sin(n.30° + 30°\,32') + 0{,}0258 \sin(n.45° + 125°\,52')$

April: $T_n = 7{,}8267 + 2{,}8229 \sin(n.15° + 41°53') + 0{,}3135 \sin(n.30° + 78°0') + 0{,}3216 \sin(n.45° + 192°9')$

Mai: $T_n = 9{,}9167 + 2{,}3180 \sin(n.15° + 40°2') + 0{,}0782 \sin(n.30° + 90°36') + 0{,}2244 \sin(n.45° + 214°15')$

Junius: $T_n = 13{,}2589 + 2{,}2871 \sin(n.15 + 45°23') + 0{,}0696 \sin(n.30° + 353°33') + 0{,}2024 \sin(n.45° + 194°49')$

Julius: $T_n = 15{,}6992 + 2{,}6706 \sin(n.15° + 44°14') + 0{,}0980 \sin(n.30° + 230°21') + 0{,}2482 \sin(n.45° + 187°18')$

Auguſt: $T_n = 14{,}5975 + 1{,}2785 \sin(n.15° + 46°34') + 0{,}1147 \sin(n.30° + 22°29') + 0{,}2355 \sin(n.45° + 192°12')$

Septbr.: $T_n = 13{,}5400 + 2{,}1247 \sin(n.15° + 45°59') + 0{,}3922 \sin(n.30° + 54°12') + 0{,}1205 \sin(n.45° + 206°58')$

October: $T_n = 9{,}5375 + 1{,}1515 \sin(n.15° + 56°52') + 0{,}5301 \sin(n.30° + 50°2') + 0{,}1071 \sin(n.45° + 116°19')$

November: $T_n = 5{,}0721 + 1{,}0468 \sin(n.15° + 52°2') + 0{,}3018 \sin(n.30° + 36°44') + 0{,}1383 \sin(n.45° + 44°14')$

Detbr.: $T_n = 4{,}2613 + 0{,}5408 \sin(n.15° + 56°59') + 0{,}2714 \sin(n.30° + 49°5') + 0{,}0890 \sin(n.45° + 46°40')$

für das ganze Jahr wird der Ausdruck

$$T_n = 9{,}0218 + 1{,}6842 \sin(n.15^\circ + 44^\circ 43') + 0{,}2400 \sin(n.30^\circ + 44^\circ 43') + 0{,}0782 \sin(n.45^\circ + 175^\circ 11')$$

mit dem wahrscheinlichen Fehler

$$s''(T_n) = 0^\circ{,}0137.$$

Um zu zeigen, wie weit die beobachteten Größen mit den berechneten übereinstimmen, will ich in folgender Tafel beide für das Mittel des Jahres zusammenstellen.

Stunde	Beobachtet	Berechnet	Unterschied	Stunde	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
0	10°,43	10°,40	−0°,03	12	8°,00	8°,01	+0°,01
1	10,67	10,67	0	13	7,85	7,86	+0,01
2	10,82	10,82	0	14	7,74	7,72	−0,02
3	10,85	10,83	−0,02	15	7,60	7,58	−0,02
4	10,69	10,72	+0,03	16	7,47	7,48	+0,01
5	10,48	10,49	+0,01	17	7,44	7,46	+0,02
6	10,16	10,14	−0,02	18	7,58	7,59	+0,01
7	9,75	9,71	−0,04	19	7,93	7,90	−0,03
8	9,24	9,25	+0,01	20	8,35	8,35	0
9	8,79	8,82	+0,03	21	8,92	8,91	−0,01
10	8,49	8,47	−0,02	22	9,45	9,48	+0,03
11	8,22	8,20	−0,02	23	9,97	9,99	+0,02

Die folgende Tafel enthält die berechneten mittleren Tem

Stunde	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni
Mittag	5°,48	5°,70	6°,08	9°,95	11°,36	14°,8
1	5,72	5,99	6,52	10,22	11,66	15,10
2	5,84	6,08	6,76	10,40	11,95	15,33
3	5,83	5,96	6,81	10,54	12,18	15,51
4	5,69	5,70	6,66	10,56	12,29	15,58
5	5,49	5,38	6,37	10,38	12,17	15,45
6	5,27	5,05	5,97	9,94	11,80	15,07
7	5,08	4,78	5,52	9,25	11,22	14,47
8	4,98	4,56	5,09	8,43	10,54	13,75
9	4,90	4,40	4,71	7,64	9,90	13,00
10	4,86	4,28	4,40	7,03	9,37	12,39
11	4,81	4,22	4,17	6,61	8,96	11,97
Mittern.	4,75	4,21	4,00	6,32	8,63	11,67
13	4,69	4,23	3,85	6,03	8,30	11,47
14	4,62	4,27	3,70	5,67	7,96	11,30
15	4,57	4,28	3,55	5,25	7,65	11,14
16	4,52	4,22	3,41	4,90	7,47	11,07
17	4,49	4,12	3,31	5,81	7,53	11,15
18	4,47	4,00	3,32	5,10	7,88	11,46
19	4,48	3,95	3,48	5,81	8,48	11,99
20	4,55	4,05	3,81	6,81	9,21	12,68
21	4,68	4,32	4,30	7,88	9,94	13,38
22	4,90	4,75	4,90	8,82	10,55	14,00
23	5,19	5,25	5,52	9,51	11,01	14,46

Es iſt mir aus höheren Breiten nur noch eine einzige Beobachtungsreihe bekannt, in welcher die Wärme mehrmals des Tage aufgezeichnet iſt. Es iſt dieſes diejenige, welche Neuber in Apenrade anſtellte[40]). Das Thermometer hängt frei an einem Hauſe gegen NNW, 1 Fuß von der Wand abſtehend, 24 Fuß 5 Zoll über der Straße und 34 Fuß 2 Zoll über dem mittleren Stande der Oſtſee. Die Beobachtungsſtunden waren 7, 9, 11 Uhr Morgens, 12 Uhr Mittags, 1, 3, 5, 7, 9, 11 Uhr Abends,

40) Schouw vergleichende Klimatologie I. S. 118.

eraturen der einzelnen Monate.

Stunde	Julius	August	Sept.	Octbr.	Nov.	Dec.
Mittag	17°,46	16°,17	15°,33	11°,00	6°,17	4°,98
1	17,70	16,41	15,67	11,18	6,45	5,13
2	17,93	16,60	15,85	11,14	6,51	5,12
3	18,16	16,75	15,85	10,90	6,35	4,97
4	18,30	16,80	15,68	10,56	6,06	4,73
5	18,26	16,67	15,32	10,18	5,73	4,48
6	17,93	16,28	14,80	9,81	5,44	4,29
7	17,31	15,67	14,22	9,46	5,20	4,16
8	16,48	14,94	13,64	9,20	5,01	4,10
9	15,60	14,23	13,16	8,99	4,84	4,06
10	14,81	13,68	12,81	8,88	4,66	4,03
11	14,21	13,31	12,57	8,85	4,48	3,99
Mittern.	13,79	13,11	12,38	8,88	4,33	3,95
13	13,50	12,97	12,19	8,93	4,25	3,92
14	13,28	12,82	11,94	8,93	4,24	3,92
15	13,12	12,65	11,68	8,85	4,27	3,92
16	13,06	12,53	11,48	8,70	4,32	3,90
17	13,21	12,56	11,44	8,53	4,34	3,86
18	13,61	12,83	11,64	8,45	4,35	3,82
19	14,28	13,34	12,08	8,56	4,39	3,82
20	15,10	14,03	12,72	8,88	4,53	3,91
21	15,92	14,74	13,46	9,40	4,82	4,11
22	16,62	15,38	14,19	10,01	5,25	4,39
23	17,12	15,85	14,83	10,59	5,74	4,71

und nur in den Wintermonaten wurde die erste Morgenbeobachtung um etwa 7½ Uhr, die letzte Abendbeobachtung um 11¼ Uhr angestellt. Für die Zeit vom 1sten Junius 1822 bis zum 3ten Mai 1823 theilt Schouw die Resultate mit dem Bemerken mit, daß für die folgenden Jahre die Originalbeobachtungen auf Kosten der Gesellschaft der Wissenschaften herausgegeben werden sollen; ob dieses aber geschehen sey, ist mir zur Zeit noch unbekannt. Für jenes erste Jahr sind die Mittel folgende:

tion am größten wird, und ſinkt hierauf wieder bis zum folgenden Morgen. Betrachten wir den Durchſchnitt des ganzen Jahres, ſo findet das Minimum Statt

in Padua um $16^h,3$, alſo $1^h,7$ vor Aufgang der Sonne;
in Leith um 16,6, alſo 1,4 vor Aufgang der Sonne.

Wird daraus die Tiefe berechnet, welche die Sonne zur Zeit des Minimums unter dem Horizonte hat, ſo ergiebt ſich daraus für Padua $17°24'$, für Leith $11°18'$. Jedenfalls ſcheint mir die letztere Größe als auf einer längeren Beobachtungsreihe beruhend, richtiger zu ſeyn [45]).

In der Nacht erkaltet die Erde, und dieſer Vorgang dauert ſo lange fort, bis die Sonne aufs Neue ihre Einwirkung äußert. Hat dieſelbe eine Tiefe von $11°$ unter dem Horizonte, ſo werden die oberen Schichten der Atmoſphäre am öſtlichen Himmel bereits von den Sonnenſtrahlen erleuchtet, es zeigt ſich ein helles Segment, deſſen Scheitel eine Höhe von etwa $6°$ hat [46]); indem von dieſem das Licht gegen die unteren Regionen der Atmoſphäre reflectirt wird, nimmt mit der Erleuchtung zugleich die Wärme zu und das Thermometer beginnt nun aufs Neue zu ſteigen.

Zuweilen kann es allerdings geſchehen, daß das Thermometer von dem Anfange der Dämmerung bis zum Aufgange der Sonne noch bedeutend ſinkt, aber dieſes ſind Sprünge, wie wir ſie zu allen Tageszeiten finden, ohne daß wir dieſe als Regel anſehen dürfen. Es ſcheint indeſſen, als ob mehr dieſe ſtarken Bewegungen bei Erklärung des Phänomenes beachtet worden ſind, und mehrere Phyſiker ſuchen daher vorzugsweiſe dieſe ſchnelle Abnahme der Temperatur (eine halbe bis eine Stunde vor Aufgang der Sonne nach Miles [47]) zu erklären. Humboldt ſcheint geneigt, dieſe Kälte von der Verdunſtung abzuleiten,

---

45) In Schweigger's Jahrbuch N. R. XVIII, 88, wo ich die unmittelbar beobachteten Größen nahm und das Intervall zwiſchen der Stunde, wo Chiminello oder Brewſter das Minimum angeben und dem Aufgange der Sonne zum Grunde legte, finde ich etwas abweichende Größen.

46) Lambert Photometria p. 449. S. Dämmerung.

47) Philos. Trans. for 1753. p. 526.

i Christiania haben es die Officiere ebenfalls übernommen, ſtünd- e Beobachtungen des Thermometers anzuſtellen [41]), bis jetzt aber t Hanſteen nur die Meſſungen im Januar, Februar und ilius 1827 bekannt gemacht [42]).

Beobachtungen, welche Bento Sanchez Dorta im ahre 1785 zu Rio Janeiro anſtellte [43]), ſtanden mir nicht zu ebote und ich kann aus niederen Breiten nur die Meſſungen be- itzen, welche Horner und Langsdorff vom 16ten Auguſt zum 8ten Mai und hierauf vom 19ten Mai bis zum 25ſten inius zwiſchen den Wendekreiſen auf dem großen Ocean mach- [44]). Nehmen wir das Mittel aus dieſen Beobachtungen, ſo ſen ſich dieſelben durch folgenden Ausdruck darſtellen:

$$T_n = 26^\circ,3125 + 0,3794 \sin (n.15^\circ + 51^\circ 57') + 0,1375 \sin (n.30^\circ + 99^\circ 54') + 0,0116 \sin (n.45^\circ + 277^\circ 37')$$

Die folgende Tafel enthält die Zuſammenſtellung der beob- bteten und berechneten Größen:

Stunde	Beobachtet	Berechnet	Unterſchied	Stunde	Beobachtet	Berechnet	Unterſchied
0	26°,73	26°,73	0	12	26°,12	26°,16	+0°,04
1	26,77	26,76	—0,01	13	26,09	26,08	—0,01
2	26,72	26,74	+0,02	14	25,93	25,98	+0,05
3	26,66	26,67	+0,01	15	25,94	25,90	—0,04
4	26,61	26,59	—0,02	16	25,91	25,86	—0,05
5	26,53	26,49	—0,04	17	25,88	25,87	—0,01
6	26,38	26,41	+0,03	18	25,93	25,94	+0,01
7	26,30	26,35	+0,05	19	26,05	26,07	+0,02
8	26,28	26,31	+0,03	20	26,24	26,22	—0,02
9	26,33	26,28	—0,05	21	26,38	26,39	+0,01
10	26,30	26,26	—0,04	22	26,57	26,54	—0,03
11	26,21	26,22	+0,01	23	26,63	26,66	+0,03

Wie man aus den für Padua und Leith gegebenen Tafeln ſieht, ſo findet die kleinſte Temperatur gegen Morgen Statt, ierauf ſteigt dieſelbe bis ſie einige Stunden nach der Culmina-

41) Magazin for Naturvidenskaberne VII, 373.

42) Ibid. Bd. VIII, p. 333.

43) Schouw vergleichende Klimatologie I, 134.

44) Krusenstern Reise III, Anhang.

in Chur angeſtellten Beobachtungen, um die Durchſichtigkeit der Atmoſphäre daraus abzuleiten.

Mayer [54]) glaubt, daß dieſe Erkaltung durch die Wärmecapacität erklärt werden könne; wenn nämlich des Morgens die obere Luft anfängt von den Strahlen der Sonne getroffen zu werden, vermehrt ſich ihre Wärmecapacität durch die hieraus folgende Ausdehnung, und die Wärme muß daher von den tiefern noch nicht von der Sonne getroffenen Luftſchichten ſchneller in die Höhe ſteigen, um die vermehrte Wärmecapacität der obern Schichten zu ſättigen, wodurch nothwendig die Kälte unten zunimmt, bis nach dem Aufgange der Sonne ſelbſt dieſe die Erde aufs Neue erwärmt.

Alle dieſe Hypotheſen ſuchen mehr eine ſchnelle, im Durchſchnitte nicht Statt findende Abnahme der Wärme kurz vor dem Aufgange der Sonne zu erklären. Jedoch auch dann, wenn ſich eine ſolche zeigt, dürfen wir unſere Zuflucht nicht zu künſtlichen Hypotheſen nehmen [55]). Wir werden in der Folge die wichtige Rolle kennen lernen, welche Nebel und niedergeſchlagene Dämpfe bei der Wärmeſtrahlung ſpielen. Wenn in der Nacht Nebelbläschen in der Atmoſphäre ſchweben, ſo verzögern dieſe die Erkaltung; werden am Morgen dieſe Nebel der oberen Regionen von den Sonnenſtrahlen getroffen, ſo löſen ſie ſich auf, die Strahlung erfolgt lebhafter, und dann kann es wohl geſchehen, daß die Temperatur bei heiterem Wetter noch während der Dämmerung bedeutend ſinkt.

Wie groß die Tiefe der Sonne zur Zeit des Minimums zwiſchen den Wendekreiſen ſey, darüber fehlt es uns noch an umfaſſenden Meſſungen. Die Beobachtungen von Horner geben ſehr nahe die oben mitgetheilte Größe; da aber die Oscillationen nach dem Mittel dieſer Aufzeichnungen ſehr klein ſind, ſo werden unbedeutende Fehler beim Ableſen des Inſtrumentes großen Einfluß auf dieſes Phänomen ausüben. Ich vermuthe, daß die Tiefe der Sonne im Innern der Continente wenigſtens in der Nähe des Aequators weit geringer ſey, als in höheren Breiten.

54) Mayer Lehrb. der phyſ. Aſtr. S. 164. §. 134 bei Kaſtner Meteorol. I, 335.

55) Schweigger Jahrb. N. R. XVIII, 41.

Von dem Aufgange der Sonne steigt die Wärme Anfangs ngsamer, späterhin schneller, worauf einige Stunden nach der ulmination das Maximum eintritt, in dessen Nähe sich das Ther- ometer nur sehr wenig ändert. Nach dem jährlichen Mittel ndet dieses Maximum Statt

in Padua um 2 Uhr
in Leith um 2,6 Uhr.

Mehr als eine halbe Stunde später tritt also das Minimum in Leith ein, als dieses in Padua der Fall ist, und dieses zeigen fast lle einzelnen Monate. Die oben mitgetheilten Ausdrücke geben nämlich für die Zeit des Maximums folgende Größen:

Monat	Padua	Leith
Januar	$2^h,1$	$2^h,4$
Februar	1,8	1,9
März	2,4	2,6
April	3,5	3,6
Mai	2,3	3,8
Junius	2,3	3,7
Julius	2,2	4,1
August	2,3	3,7
September	1,9	2,5
October	2,1	1,4
November	1,3	1,7
December	1,5	1,4

Uebereinstimmend zeigen also die Beobachtungen in Padua und Leith, daß das Maximum im Sommer etwas später eintritt als im Winter, aber das frühere Eintreffen desselben in Padua ist ganz allgemein. Da Leith nördlicher liegt als Padua, so waren es vielleicht Beobachtungen dieser Art, durch welche Kirwan zu der Behauptung geführt wurde [56]), daß die größte

56) Kirwan Physisch-chemische Schriften von Crell. 8. Berlin 1783. Th. III. S. 140. Lindenau in v. Zach's monatlicher Correspondenz (XV, 51) findet dagegen durch seine Formeln zwischen dem Aequator und einer Breite von 60° Unterschiede von nur wenigen Minuten.

Hitze zwiſchen 70° und 60° und 45° N um $2\frac{1}{2}^h$, zwiſchen 45° und 3
um 2 Uhr, zwiſchen 35° und 25° um $1\frac{1}{2}$ Uhr, und zwiſchen 2
und dem Aequator um 1 Uhr erfolge. Die Beobachtungen v
Horner zeigen allerdings, daß in der Nähe des Aequators d
Maximum nach 1 Uhr Statt finde, und eben ſo fand Joh
Davy, daß das Maximum zur Zeit des Mittags eintrete [57])
es ſcheint mir jedoch voreilig, jetzt ſchon eine Abhängigkeit dieſe
Zeit von der Breite annehmen zu wollen. Die Differenzen, welch
ſich bei Padua und Leith zeigen, ſcheinen ihren Grund vielmeh
in dem verſchiedenen Dampfgehalte beider Atmoſphären zu haben;
außerdem bemerkte Humboldt, daß in Südamerica das Max
mum um etwa 2 Uhr eintrat [58]), und eben dieſes war im Ju
nius und Julius der Fall auf dem atlantiſchen Meere [59]). Nu
an manchen Orten zwiſchen den Wendekreiſen ſind Localverhält
niſſe Urſache, daß das Maximum früher eintritt; ſo findet das
ſelbe in Pondichery im Februar und März zwiſchen 9 Uhr und
11 Uhr Morgens Statt [60]), um dieſe Zeit aber erhebt ſich der
kühle Seewind, welcher das Thermometer ſogleich um 2° depri
mirt. Und ganz etwas Aehnliches gilt nach den Bemerkungen von
Falbe in Tunis [61]).

Wenn die Sonne am Morgen höher ſteigt, ſo wird der
Sinus ihrer Höhe in jedem Momente größer, der Weg durch die
Licht und Wärme abſorbirende Luft kürzer, und beide Urſachen
heben daher die Temperatur. So ſollte das Maximum in dem
Momente der Culmination eintreten. Aber ein Theil der Wärme,
welche der Boden erhielt, drang durch Leitung ins Innere der
oberen Erdrinde, dadurch ſtieg ſeine Temperatur. Wenn nun die
Sonne nach dem Durchgange durch den Meridian zu ſinken be
ginnt, iſt die Höhendifferenz anfänglich klein, die Luft erhält in
jedem Momente neue Wärme und die Strahlung des erhitzten
Bodens erhebt die Temperatur noch mehr, ſo daß mehrere Stun
den vergehen, ehe die Wärme zu ſinken anfängt.

57) Gilbert's Annalen LXVI, 117.
58) Humboldt Voyage III, 69.
59) Humboldt Voyage II, 64.
60) le Gentil Voyage I, 484.
61) Poggendorff's Annalen XIV, 627.

Der Unterschied zwischen der höchsten und niedrigsten Temperatur während des Tages ist nicht zu allen Jahreszeiten gleich; er ist in unseren Breiten am kleinsten im Winter, am größten im Sommer. Folgende Tafel enthält die gefundenen Größen: [62])

Monat	Padua	Leith
Januar	3°,45	1°,47
Februar	4,00	1,96
März	4,75	3,38
April	5,23	5,67
Mai	7,60	4,55
Junius	6,67	4,34
Julius	9,39	5,10
August	8,96	4,08
September	6,88	4,47
October	4,49	2,71
November	5,17	2,24
December	4,11	1,28
Jahr	5,89	3,44

Nach dem, was wir oben über den Einfluß der Höhe des Instrumentes auf seine Angaben gesehen haben, wird es begreiflich, daß dieses Element eine wichtige Rolle bei diesem Phänomene spielt, und wir dürfen uns daher dieser Differenzen nur mit großer Vorsicht bei Vergleichung der Klimate bedienen. Dazu kommt noch der Umstand, daß dieses Element auf eine sehr verschiedene Art bestimmt wird. Das sicherste Verfahren dieses zu erhalten würden unstreitig directe Messungen seyn, welche etwa eine Stunde vor dem Aufgange und zwei Stunden nach der Culmination der Sonne gemacht würden. Aber gewöhnlich bedient man sich dazu der Thermometrographen; man zeichnet den Grad auf, bei welchem die Marken zur Zeit der größten und kleinsten Wärme während des Tages stehen geblieben sind; da aber die Extreme bei unregelmäßigen Zuständen der Witterung häufig

62) Ueber die Ursachen dieses Einflusses der Jahreszeiten s. 5ter Abschnitt.

nicht zu den angegebenen Zeiten eintreten, so wird begreiflich, daß directe Beobachtungen stets eine geringere Differenz zeigen werden, als Thermometrographen. Bis jetzt fehlt es noch an gleichzeitigen Messungen, welche den Einfluß dieses Umstandes angeben. Neunjährige Beobachtungen in Paris zeigen, daß das Mittel der wirklichen Maxima um 0°,54 größer ist, als die um 3 Uhr beobachtete Wärme [63]); nehmen wir an, daß eben dieses für das Minimum gilt, und beachten, daß 7°,15 die mittlere Differenz zwischen den mit dem Thermometrographen gefundenen Extremen ist, so erhalten wir $\frac{0,54}{7,14} = \frac{1}{14}$ für den Theil der Differenz, welchen man zum Minimum addiren und vom Maximum subtrahiren muß, wenn man die Temperaturen zur kältesten und wärmsten Stunde des Tages erhalten will. Nach den Genfer Beobachtungen in den Jahren 1819 — 1823 [64]) betrug die Differenz zwischen den um 2 Uhr und beim Aufgange der Sonne gefundenen Größen 7°,01; in den Beobachtungen von 1826 und 1827 gab ein Thermometrograph für diesen Unterschied 10°,22; wir erhalten also $\frac{1,6}{10,22} = \frac{1}{6,7}$ für die an jeder Beobachtung vorzunehmende Correction. In Pavia [65]) betrugen im Jahr 1826 die um 3 Uhr und beim Aufgange der Sonne beobachteten Größen 16°,02 und 4°,94; die mit einem Thermometrographen gefundenen 17°,11 und 4°,28, jene Differenz beträgt 11°,08, diese 12°,83, und mithin ist $\frac{0,88}{12,83} = \frac{1}{14}$ sehr nahe die Größe, um welche das mit dem Thermometrographen erhaltene Extrem von dem zur Zeit der größten oder kleinsten Tageswärme gefundenen abweicht. Nehmen wir das Mittel dieser drei Größen, so erhalten wir nahe $\frac{1}{12}$, und ich glaube hiernach folgende Regel aufstellen zu dürfen. Wenn an einem Orte die Extreme mit einem Thermometrographen aufgezeichnet sind, so kann man daraus die Stände erhalten, welche eine Stunde vor dem Aufgange der Sonne und zwei Stunden nach ihrer Culmination Statt finden, wenn man die mittlere Differenz zwischen den Ex-

63) Schweigger Jahrb. N. R. XVII, 424.

64) Bibliothèque universelle, in jedem Hefte.

65) Configliachi Giornale di Fisica, Decade secondo. T. I, Beilage.

remen durch 12 dividirt und den Quotienten zum Minimum addirt, vom Maximum aber subtrahirt.

Wenn uns der Unterschied zwischen den Extremen an einem Orte bekannt ist, so setzen uns die Messungen in Padua und Leith in den Stand, den Gang der Wärme während des Tages annähernd zu bestimmen. Wollen wir für einen Ort, wo die Extreme aufgezeichnet sind, die Temperaturänderung zwischen zwei beliebigen Stunden erhalten, so dürfen wir diese Aenderung nur in Padua oder Leith für dieselben Stunden aufsuchen, diese mit dem Verhältnisse der Unterschiede zwischen den Extremen multipliciren und das Product mit demselben Zeichen zu der Beobachtung an dem gegebenen Orte addiren. So ist in Leith der Unterschied zwischen den Extremen 3°,44, in Padua 5°,89, beide verhalten sich wie 1 : 1,71; für Apenrade ist der Unterschied zwischen den Ständen um 3 Uhr und den Angaben eines Thermometrographen 7°,03 [66]), oder, wenn $\frac{1}{12}$ subtrahirt wird, 6°,44. Sehen wir den Unterschied zwischen den Extremen in Leith als Einheit an, so ist er in Apenrade nahe 1,9. Werden nun die Wärmeänderungen zwischen zwei beliebigen Stunden in Leith mit 1,7 oder 1,9 multiplicirt, so erhalten wir die entsprechenden Größen in Padua oder Apenrade. So sinkt in Leith das Thermometer von 3^h bis 9^h und 2°,06, also würde es in Padua um 3°,52, in Apenrade um 3°,91 sinken. Wird diese Größe von dem um 3 Uhr beobachteten Thermometerstande subtrahirt, so erhalten wir sehr nahe die Wärme um 9 Uhr, wie folgende Tafel zeigt.

	Padua	Apenrade
3^h Beobachtet . .	16°,79	10°,60
Aenderung . .	3,52	3,91
9^h Berechnet. . .	13,27	6,69
9^h Beobachtet . .	13,12	7,12
Unterschied . .	+0,15	—0,43

66) Schouw Klimatologie I, 125.

Eben ſo ſinkt das Thermometer vom Mittage bis 11 Uh in Leith um 2°,21, alſo in Padua um 3°,76, in Apenrade u 4°,20, und wir erhalten alſo

	Padua	Apenrade
Mittag beobachtet . .	16°,17 . . .	10,40
Aenderung	3,76 . . .	4,20
11^h Berechnet . . .	12,41 . . .	6,20
11^h Beobachtet . . .	12,48 . . .	6,41
Unterſchied	—0,07 . . .	—0,21

Dieſe Unterſchiede, welche ſchon ohnehin klein ſind, würden noch weit geringer geworden ſeyn, wenn die Meſſungen längere Zeit fortgeſetzt wären. Und eine ähnliche Uebereinſtimmung zeigen die einzelnen Jahreszeiten und Monate.

Bei den meiſten Unterſuchungen, die wir in der Folge anſtellen werden, wollen wir die mittlere Temperatur zum Grunde legen. Es ſcheint, als ob der Abſtand des Inſtrumentes vom Boden auf dieſe nur einen geringen Einfluß habe. Sinkt das untere Thermometer während der Nacht mehr als das höher hängende, ſo wird dieſe Depreſſion durch ein ſtärkeres Steigen am Tage compenſirt; die Curven ſind ähnlich, und nur in den Conſtanten, durch welche die Coordinaten beſtimmt werden, zeigt ſich eine Verſchiedenheit. Daher kann es denn auch geſchehen, daß zwei Beobachter an demſelben Orte und zu derſelben Zeit Thermometerſtände erhalten, welche um mehrere Grade von einander verſchieden ſind, obgleich die mittleren Temperaturen vollkommen übereinſtimmen, ſobald nur die einzelnen Aufzeichnungen zu zweckmäßig gewählten Stunden vorgenommen ſind.

Die Quadratur der Curve für die tägliche Wärme iſt das ſicherſte Mittel, um die geſuchte Größe zu erhalten; wenn jedoch der Stand des Thermometers ſtündlich aufgezeichnet wurde, ſo iſt das arithmetiſche Mittel aller 24 Beobachtungen ſehr nahe der mittleren Wärme gleich [67]), und daher wollen wir dieſe Größe näheren Unterſuchungen zum Grunde legen.

---

67) Schweigger Jahrb. N. R. XVII, 393.

Es kommt nun darauf an, zu zeigen, wie man mit Hülfe weniger Beobachtungen am Tage die mittlere Temperatur finden könne. Aeltere Physiker begnügten sich damit, den Stand des Thermometers mehrmals am Tage zu beliebigen Stunden aufzuzeichnen, und sahen das arithmetische Mittel dieser Messungen als mittlere Wärme an. Noch jetzt geben manche Meteorologen die Zeiten ihrer Beobachtungen durch die unbestimmte Benennung Morgen, Mittag, Abend an, ohne daß sie die Stunden näher bezeichnen, aber Messungen dieser Art sind von geringem Werthe, nur durch ein scharfes Auffassen der Stunden und genauer Angaben der Zeiten ist es möglich Größen zu erhalten, welche für die Wissenschaft Werth haben. Was daher Cotte [68]) für viele Orte der Erde und Toaldo [69]) für Italien geliefert haben, darf nur mit großer Vorsicht benutzt werden. Erst in neueren Zeiten haben Tralles [70]), Hällström [71]) und Schouw [72]) diesen Punkt näher untersucht; ich habe mich bemüht, die von diesen Gelehrten enthaltenen Größen schärfer zu bestimmen [73]).

Ist DTEV (Fig. 4) die Curve der täglichen Temperatur von einem Minimum bis zum Minimum am folgenden Tage, bezeichnen AD und CF die kleinste, BE die größte Wärme, so können wir ohne Fehler annehmen, daß AD = CF sey. Nun betrachtet Tralles diese Curve als aus vier Parabeln DT, ET, EV und VF bestehend, deren Axen SD, EB und FX sind und von denen je zwei in T und V zusammentreffen. Diese Vorstellung, welche Brewster ebenfalls angenommen hat [74]), stimmt sehr nahe mit der Erfahrung überein [75]). Um nun den Flächeninhalt dieser vier Parabeln zu quadriren, haben Tralles und Hällström Metho-

68) Cotte Mémoires im zweiten Bande.

69) Ephém. Soc. Met. Palat. 1789. p. 353.

70) Abh. der Berl. Acad. für 1818 u. 1819, Phys. Cl. S. 411—426.

71) Poggendorff's Annalen IV, 373.

72) Schouw Pflanzengeographie S. 39 fg.

73) Schweigger Jahrb. N. R. XVII, 385 und XVIII, 1.

74) Edinburgh Journal of Science Nr. IX. S. 31.

75) Schweigger Jahrbuch N. R. XVII, 395.

den angegeben, bei denen es nicht erforderlich ist, die Gleichungen der Curven zu kennen. Das Verfahren des zuletzt genannten Geometers scheint mir einfacher und ich will es daher zunächst betrachten [76]).

Es werde die Länge des Tages, AC, als Einheit angesehen und AD = CF gesetzt; es seyen T und V die Punkte, in denen die entgegengesetzten Parabeln zusammenkommen; die sie verbindende Linie TV ist der Axe nahe parallel, so daß wir diesen Parallelismus ohne großen Fehler als naturgemäß ansehen können. Es kommt darauf an, das Rechteck ASXC dergestalt zu bestimmen, daß sein Inhalt gleich dem Flächeninhalte der gedachten vier Parabeln ist. Wenn wir erwägen, daß der Inhalt einer Parabel gleich $\frac{2}{3}$ von dem Producte der Abscisse mit der Ordinate ist, so erhalten wir für die Fläche von unseren vier Parabeln, also die mittlere Temperatur

$$AC.AS + \tfrac{2}{3}EU.TU + \tfrac{2}{3}EU.UV - \tfrac{2}{3}SD.ST - \tfrac{2}{3}VK.XF$$
$$= AC(AD + DS) + \tfrac{2}{3}EU(TU + UV) - \tfrac{2}{3}DS(ST + VX)$$

Setzen wir hier AC = 1, so wird die mittlere Temperatur

$$= AD + DS + \tfrac{2}{3}EU.TV - \tfrac{2}{3}DS(1 - TV)$$
$$= AD + DS + \tfrac{2}{3}EU.TV - \tfrac{2}{3}DS + \tfrac{2}{3}DS.TV$$
$$= AD + \tfrac{1}{3}DS + \tfrac{2}{3}TV(EU + DS)$$
$$= AD + \tfrac{1}{3}DS + \tfrac{2}{3}TV(EB - AD).$$

Bezeichnen wir nun die kleinste Temperatur AD mit m, die größte BE mit M, und die mittlere mit t, so wird

$$t = m + \tfrac{1}{3}DS + \tfrac{2}{3}TV(M - m)$$

Da hier M und m durch Beobachtung gegebene Größen sind, so kommt alles auf die Bestimmung von DS und TV an. Ich habe zu dem Behufe die Curve so sorgfältig als möglich gezogen und dann die Punkte M und N aufgesucht, in denen selbige die größte Aehnlichkeit mit einer geraden Linie hatte, wo also die entgegengesetzten Parabeln zusammentrafen. Wurden diese Punkte durch eine gerade Linie verbunden, so gab der Durchschnittspunkt dieser mit EB, U, den Punkt, durch welche ich die Linie SX parallel mit der Axe zog, und hiernach ließen sich TV und DS bestimmen.

76) Poggendorff's Annalen IV, 382.

Hällström, welcher seinen Untersuchungen mehrmals am Tage angestellte Beobachtungen zu Paris, Halle und Abo zum Grunde legte, glaubt, daß TV an allen diesen Orten gleich und das ganze Jahr hindurch constant sey [77]; setzte er AL = 1, so war TV = $\frac{7}{12}$. Aus meinen Untersuchungen geht jedoch hervor, daß diese Größe einen von den Jahreszeiten abhängigen Werth hat, in Padua und Leith aber mehr übereinstimmt. Ich finde darnach folgende Coefficienten des Bruches $\frac{1}{24}$.

Monat	Padua	Leith	Mittel beider: Beobachtet	Mittel beider: Berechnet	Unterschied
Januar	10,1	8,5	9,3	9,1	— 0,2
Februar	14,0	8,6	11,3	11,2	— 0,1
März	13,0	12,0	12,5	12,8	+ 0,3
April	15,0	13,1	14,0	13,5	— 0,5
Mai	13,5	12,6	13,1	13,2	+ 0,1
Junius	12,7	12,6	12,6	13,1	+ 0,5
Julius	13,0	14,1	13,6	13,2	— 0,4
August	13,0	13,0	13,0	13,3	+ 0,3
September	12,0	13,0	12,5	12,3	— 0,2
October	10,9	10,0	10,5	10,5	0
November	8,4	8,6	8,5	8,6	+ 0,1
December	7,3	8,4	7,9	8,1	+ 0,2

Zur Berechnung der in der obigen Tafel gegebenen Werthe von TV hatte ich früher den Ausdruck

$$TV_n = 8{,}4119 + 1{,}7799\,n - 0{,}1548\,n^2$$

mit dem wahrscheinlichen Fehler ε'' (TV) = 0,44 entwickelt [78], wo das Jahr vom 15ten December an gerechnet wurde, n die Ordnungszahl des Monates und TV_n den entsprechenden Werth von TV bezeichnete. Späterhin habe ich das Jahr als einen Kreis angesehen und den schon oben benutzten trigonometrischen Ausdruck angewendet. Wird allen Monaten gleiche Länge

77) l. l. S. 386.

78) Schweigger Jahrbuch N. R. XVIII, 3.

gegeben, so entspricht einem jeden ein Winkel von 30° und unser allgemeiner Ausdruck verwandelt sich für diesen Fall in

$$TV_n = A + u' \sin(n.30° + v') + u'' \sin(n.60° + v'') + u''' \sin(n.90° + v''') + \ldots\ldots$$

Werden hier nur die drei ersten Glieder behalten, so giebt die Methode der kleinsten Quadrate folgende Gleichung

$$TV_n = 11{,}5667 + 2{,}5176 \sin(n.30° + 306° 30') + 1{,}1195 \sin(n.60° + 338° 9')$$

mit dem wahrscheinlichen Fehler $\varepsilon''(TV) = 0{,}194$.

Die obige Tafel enthält schon die nach diesem Ausdrucke berechneten Werthe von TV.

Der Werth von DS ist an beiden Orten und zu verschiedenen Jahreszeiten ungleich; Hällström hat jedoch auf eine sinnreiche Weise angenommen, daß DS eine Function von $M - m$ sey; er glaubt, es sey $DS = a(M - m)$, wo a ein durch Beobachtungen zu bestimmender Coefficient ist. Die von ihm benutzten Messungen zeigen zwar, daß der Quotient $\frac{M-m}{DS}$ im Sommer etwas kleiner sey als im Winter, er nimmt ihn jedoch das ganze Jahr hindurch gleich an, und indem er $TV = \frac{7}{12} AC$ setzt, erhält er [79])

für Paris $\frac{M-m}{DS} = 3{,}06$

für Halle $\frac{M-m}{DS} = 2{,}45$

für Abo $\frac{M-m}{DS} = 2{,}31$

Bei Annahme desselben Werthes von TV habe ich gefunden [80])

für Padua $\frac{M-m}{DS} = 3{,}24$

für Leith $\frac{M-m}{DS} = 3{,}37$

---

79) Poggendorff's Annalen V, 387.

80) Schweigger Jahrb. XVIII, 2.

Werden jedoch die von mir oben für TV gegebenen Werthe als naturgemäß angesehen, so wird dieser Quotient an beiden Orten und das ganze Jahr hindurch nahe gleich, wie folgende Tafel zeigt.

	DS		$\frac{M-m}{DS}$		
Monat	Padua	Leith	Padua	Leith	Mittel
Januar	1°,56	0°,64	2,21	2,30	2,25
Februar	1,54	0,83	2,60	2,36	2,48
März	2,08	1,27	2,28	2,66	2,47
April	2,05	2,77	2,55	2,05	2,30
Mai	3,15	2,31	2,41	1,97	2,19
Junius	3,13	1,95	2,13	2,23	2,18
Julius	3,91	2,04	2,40	2,50	2,45
August	3,09	1,56	2,90	2,63	2,77
September	3,04	1,64	2,26	2,71	2,48
October	2,11	1,09	2,13	2,49	2,31
November	2,57	1,00	2,01	2,24	2,13
December	3,25	0,45	1,83	2,84	2,33

Die Unterschiede in den Werthen dieses Quotienten zu Padua und Leith sind so beschaffen, daß sie durchaus keine Abhängigkeit von den Jahreszeiten zeigen, und wahrscheinlich würden sie gänzlich verschwinden, wenn die Messungen hinreichend lange fortgesetzt wären, um alle Anomalien zu entfernen und daher können wir das Mittel dieser Quotienten als für den größten Theil von Europa gültig ansehen.

Wie richtig sich mit diesen Werthen von TV und DS die mittlere Temperatur finden lasse, zeigt folgende Tafel, in welcher die Größen in der mit Beobachtet überschriebenen Spalte die Mittel aller 24 Beobachtungen sind, während die berechneten Temperaturen durch die obigen Werthe von TV und die mittlere Größe des Quotienten $\frac{M-m}{DS}$ erhalten wurden.

Monat	Padua			Leith		
	Beobachtet	Berechnet	Unterschied	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Januar	3°,71	3°,51	—0°,20	5°,00	4°,99	—0°,0
Februar	4,89	4,73	—0,16	4,74	4,81	+0,07
März	7,73	7,62	—0,11	4,84	4,97	+0,13
April	13,03	13,04	+0,01	7,83	7,82	—0,01
Mai	19,97	19,91	—0,06	9,91	9,88	—0,03
Junius	21,93	21,91	—0,02	13,26	13,38	+0,12
Julius	26,06	26,11	+0,05	15,70	15,70	0
August	22,79	23,09	+0,30	14,60	14,69	+0,09
Septbr.	18,38	18,39	+0,01	13,54	13,60	+0,06
Octobes	14,92	14,90	—0,02	9,50	9,58	+0,08
Novbr.	7,73	7,72	—0,01	5,07	5,10	+0,03
Decbr.	3,84	3,80	—0,04	4,26	4,31	+0,05
Jahr*	13,75	13,73	—0,02	9,02	9,05	+0,03

Die Unterschiede zwischen den wahren und den nach dieser Hypothese berechneten Mitteln sind so klein, daß wir sie übersehen dürfen; es würden dieselben noch geringer seyn, wenn wir statt der unmittelbaren durch Beobachtungen gegebenen Extreme die durch die obigen Formeln erhaltenen genommen hätten. Wird also angenommen, daß die gegebenen Werthe von TV und DS der Natur entsprechen, so läßt sich unser Ausdruck etwas vereinfachen. Setzen wir nämlich $DS = \frac{M-m}{2,86}$ und bezeichnen die Länge des Tages nicht mit 1, sondern mit 24, so verwandelt sich der Ausdruck

$$t = m + \tfrac{1}{3} DS + \tfrac{2}{3} TV\,(M - m)$$

in

$$t = m + \frac{M-m}{7,08} + \tfrac{2}{3}\frac{TV}{24}\,(M-m)$$

$$= m + \left\{0,141 + \frac{TV}{36}\right\}(M-m)$$

Setzen

Setzen wir für TV die oben gegebenen Werthe, so erhalten ir für den Coefficienten von M—m für die Mitte jedes Mona- s folgende Größen:

Januar	0,394
Februar	0,452
März	0,496
April	0,496
Mai	0,508
Junius	0,505
Julius	0,508
August	0,510
September	0,483
October	0,433
November	0,380
December	0,366

Schon oben wurde erwähnt, daß man sich früherhin der Extreme zur Bestimmung der mittleren Temperatur bediente; da alle übrigen Thermometerstände im Jahre zwischen diesen beiden Punkten lagen, so glaubte man, das arithmetische Mittel derselben sey der mittleren Wärme gleich. Das Zeit-Intervall, in welchem diese Extreme betrachtet wurden, wurde immer mehr verkleinert, aber obgleich der Pater de Beze schon am Ende des 17ten Jahrhunderts empfohlen hatte [81]), die mittlere Temperatur des Tages durch das arithmetische Mittel der Extreme zu bestimmen, so wurden die Physiker doch erst durch A. v. Humboldt's Aufforderungen [82]) auf dieses Verfahren aufmerksam und viele Meteorologen bedienen sich desselben gegenwärtig bei ihren Beobachtungen [83]); wenn man erwägt, daß der Unter-

81) Humboldt in Poggendorff's Annalen VIII, 175.

82) Mémoirs d'Arcueil II, 497.

83) Vorausgesetzt wird hiebei, daß die wirklichen Extreme beobachtet werden. Wahlenberg, in seinen Schriften über Lappland, die Schweiz und die Carpathen, hat ein ähnliches Verfahren angewendet, aber sich dabei nicht der wahren Extreme bedient; so nahm er von den um 2h, 9h und 19h in Ofen erhaltenen Größen die beiden Extreme und leitete daraus die Mittel her; ein Verfahren, welches sich mehr oder weniger von der Wahrheit entfernen muß.

ſchied zwiſchen beiden Extremen meiſtens nur einige Grade b trägt, ſo wird begreiflich, daß der Fehler nie ſehr bedeute werden kann. Schouw hat jedoch die Richtigkeit dieſer M thode an den Beobachtungen Chiminello's geprüft [84]), u folgende Tafel zeigt, daß hiebei allerdings kleine Fehler begang werden.

Monat	Padua			Leith		
	Beobachtet	$\frac{M+m}{2}$	Unterſchied	Beobachtet	$\frac{M+m}{2}$	Unterſch.
Januar	3°,71	3°,84	+0°,13	5°,00	5°,15	+0°,1
Februar	4,89	4,93	+0,04	4,74	5,01	+0,27
März	7,73	7,63	—0,10	4,84	5,00	+0,16
April	13,03	12,95	—0,08	7,83	7,72	—0,11
Mai	19,97	19,85	—0,12	9,91	9,85	—0,06
Junius	21,93	21,88	—0,05	13,26	13,37	+0,11
Julius	26,06	26,04	—0,02	15,70	15,55	—0,15
Auguſt	22,79	23,02	+0,23	14,60	14,64	+0,04
Septbr.	18,38	18,51	+0,13	13,54	13,68	+0,14
October	14,92	15,20	+0,28	9,50	9,76	+0,26
Novbr.	7,73	8,33	+0,60	5,07	5,39	+0,32
Decbr.	3,84	4,35	+0,51	4,26	4,48	+0,22
Jahr	13,75	13,88	+0,13	9,02	9,13	+0,11

Wenn auch die jährlichen Mittel ſehr nahe übereinſtimmen, ſo weicht das arithmetiſche Mittel der täglichen Extreme in mehrern Monaten ſehr bedeutend von dem wahren Mittel ab, namentlich iſt dieſes in den Wintermonaten der Fall. Aus dieſem Grunde empfahl Schouw, man ſolle die für Padua geltenden Differenzen von dem arithmetiſchen Mittel der Extreme ſubtrahiren. Da jedoch das von mir oben gegebene Verfahren zur Herleitung des Mittels aus dem höchſten und niedrigſten täglichen Thermometerſtande nicht viel weitläuftiger iſt, ſo ſcheint daſſelbe den Vorzug zu verdienen.

84) Schouw Pflanzengeographie S. 59.

Tralles hat ein anderes Verfahren angegeben, um den Flächeninhalt der obigen Parabeln zu finden[85]). Es wird dazu die höchste Temperatur am Mittage und eine zweite in der Nacht oder am Morgen anzustellende Beobachtung erfordert. Es sey CFEID (Fig. 5) die Curve der täglichen Temperatur, und die Länge des Tages von 24 Stunden werde als Einheit angesehen; ferner sey AC = BD. Der Anfangspunkt der Coordinaten A werde dergestalt genommen, daß ihm eine Temperatur AC entspricht, die nach einer Zeit AK wiederkehrt, welche gleich der Tageslänge L, d. h. gleich der Zeit ist, während welcher sich die Sonne über dem Horizonte befindet. Diese uns zunächst unbekannte Temperatur sey AC = b; da nun CE = L, so ist ED = 1 — L; es sey ferner FG = M die größte, IH = a — n die kleinste Temperatur, wo uns a und n zunächst unbekannt sind. Die Parabeln sind nun CF und FE mit dem gemeinschaftlichen Scheitel F, EI und ID mit dem gemeinschaftlichen Scheitel I. Nun ist die Fläche

$$ACFEK = L\left\{b + \tfrac{2}{3}(M - b)\right\}$$
$$EKBDI = (1 - L)\left\{b - \tfrac{2}{3}(b - a + n)\right\}.$$

Die Summe beider Flächen ist gleich der mittleren Temperatur t; mithin ist

$$t = L\left\{b + \tfrac{2}{3}(M - b)\right\} + (1 - L)\left\{b - \tfrac{2}{3}(b - a + n)\right\}$$
$$= a + \tfrac{2}{3}L(M - a) - \tfrac{1}{3}\left\{2n(1 - L) + a - b\right\}.$$

Da die Temperatur a unbestimmt ist, so kann man sie dergestalt wählen, daß

$$\tfrac{1}{3}\left\{2n(1 - L) + a - b\right\} = 0$$

wird; dann erhalten wir

$$t = a + \tfrac{2}{3}L(M - a).$$

Ist hier t bekannt, so läßt sich a sehr leicht finden und die Zeit bestimmen, wo dieser Thermometerstand Statt findet. Da Tralles jedoch keine stündlichen Beobachtungen benutzen konnte, so war er nicht im Stande, dieses mit hinreichender Schärfe zu

85) Abhandlungen der Berl. Acad. der Wissensch. für 1818 und 1819. Phys. Kl. S. 413 fg.

thun [86]); ich habe es versucht, diesen am Morgen und in der Nacht eintretenden Moment für Padua und Leith zu bestimmen und die in folgender Tafel mitgetheilten Größen erhalten:

Monat	Morgen		Nacht		
	Padua	Leith	Padua	Leith	Mittel
Januar	$21^h,3$	$21^h,5$	$13^h,0$	$12^h,5$	$12^h,8$
Februar	21,2	21,0	13,0	10,0	11,5
März	20,7	20,3	12,8	12,5	12,6
April	19,8	19,4	13,0	12,9	13,0
Mai	18,0	18,5	12,0	13,0	12,5
Junius	17,5	17,9	11,5	12,6	12,1
Julius	17,6	18,2	12,6	11,8	12,2
August	18,9	18,7	13,2	11,6	12,4
September	19,3	19,3	12,5	12,2	12,3
October	20,0	19,4	12,0	12,3	12,2
November	20,2	20,6	11,5	9,8	10,7
December	20,7	21,0	11,5	8,2	9,9

Die Stunden, zu denen die Morgenbeobachtung angestellt werden muß, zeigen zwar eine größere Uebereinstimmung als die Stunden in der Nacht; da sich jedoch die Wärme zu der letzteren Zeit langsamer ändert, als zu jener, so wird die Uebereinstimmung nur scheinbar größer. Die Zeit der Morgenbeobachtung muß noch an verschiedenen Orten durch länger fortgesetzte Aufzeichnungen bestimmt werden; dagegen können wir ohne großen Fehler die zweite Beobachtung um Mitternacht anstellen. Folgende Tafel enthält die Mittel, welche durch das Maximum und die zu dieser Zeit Statt findende Temperatur enthalten sind [87]).

86) l. l. S. 418.

87) Schweigger Jahrbuch N. R. XVIII, 7.

Monat	Padua			Leith		
	Beobachtet	Berechnet	Unterschied	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
Januar	3°,71	3°,78	+0°,07	5°,00	5°,02	+0°,02
Febr.	4,89	5,01	+0,12	4,74	4,65	—0,09
März	7,73	7,81	+0,08	4,84	4,89	+0,05
April	13,03	13,19	+0,16	7,83	7,93	+0,10
Mai	19,97	19,90	—0,07	9,91	10,13	+0,22
Junius	21,93	21,82	—0,11	13,26	13,16	—0,10
Julius	26,06	26,19	+0,13	15,70	15,73	+0,03
August	22,79	22,87	+0,08	14,60	14,53	—0,07
Septbr.	18,38	18,45	+0,07	13,54	13,57	+0,03
Octbr.	14,92	15,11	+0,12	9,50	9,40	—0,10
Novbr.	7,73	7,65	—0,08	5,07	4,76	—0,31
Decbr.	3,84	3,75	—0,09	4,26	4,19	—0,07
Jahr	13,75	13,79	+0,04	9,02	9,00	—0,02

Man könnte das Verfahren von Tralles auch dergestalt ändern, daß man das Mittel aus dem Minimum und einer zweiten am Morgen oder Abend anzustellenden Beobachtung herleitete. Bezeichnet dann L die Länge der Nacht, m die kleinste Temperatur, so erhält man nach Anbringung aller erforderlichen Reductionen [88])

$$t = a - \tfrac{2}{3} L\,(a - m)$$

Da hier m und t durch Beobachtung gegeben sind, so läßt sich a nicht bestimmen. Ich habe es versucht, die Momente, wo diese Temperatur eintritt, in Padua und Leith anzugeben, aber es liegen die Stunden meistens zu Zeiten, wo der Stand des Thermometers sich schnell ändert, (zwischen 9 Uhr und 12 Uhr Morgens, 4 Uhr und 8 Uhr Abends,) und zwischen den an beiden Orten in einzelnen Monaten erhaltenen Zeiten zeigen sich Differenzen zum Theil von 8 Stunden, so daß es jetzt noch nicht möglich ist, hierüber etwas Allgemeingültiges zu sagen.

Aeltere Meteorologen zeichneten den Stand des Thermometers täglich mehrmals auf; es ist aber wenig wahrscheinlich, daß

88) Schweigger Jahrbuch XVIII, 11.

die arithmetischen Mittel ihrer Aufzeichnungen gleich dem w
ren Mittel sind. Man könnte das wahre Mittel durch diese Be
achtungen dadurch finden, daß man aus den Beobachtung
welche zu denselben Zeiten in Leith und Padua angestellt sind,
efficienten herleitete, mit welchen die einzelnen Thermometerstä
multiplicirt werden müßten, wie dieses schon Humboldt a
pfohlen hat [89]). Gesetzt, man hätte zu drei verschiedenen Stu
den die Wärmegrade a, b, c gefunden, aber diese gäben ni
die mittlere Temperatur, dann dürfte man nur die Stände
b′, c′ nehmen, welche zu eben diesen Stunden in Padua ob
Leith beobachtet sind; da hier nun die mittlere Wärme t′ bekan
ist, so können wir annehmen, daß

$$t' = ma' + nb' + pc'$$

sey, wo m, h, p durch die Beobachtungen zu bestimmende
Coefficienten sind. Sind diese gefunden, dann erhalten wir fü
den Ort, dessen mittlerer Wärmegrad t verlangt wird,

$$t = ma + nb + pc.$$

In manchen Fällen sind diese Coefficienten sehr einfach
Nach dem Vorgange der Mannheimer Societät [90]) wird de
Thermometer häufig um 19 Uhr (7 Uhr Morgens), 2 Uhr un
9 Uhr aufgezeichnet. Das arithmetische Mittel dieser drei Beob
achtungen entfernt sich mehr oder weniger von der Wahrheit; es
ist jedoch möglich, durch eine sehr einfache Rechnung aus diesen
drei Beobachtungen den mittleren Wärmegrad herzuleiten. Be
zeichnen wir nämlich die um 19 Uhr, 2 Uhr und 9 Uhr gefun
denen Temperaturen mit XIX, II und IX, so wird sehr nahe

$$t = \frac{XIX + II + 2.IX}{4}.$$

89) Mémoires d'Arcueil II, 493.

90) Ephemerides Soc. Met. Palat. T. I, 1781. p. 10.

ie weit dieſe Regel der Natur entſpricht, zeigt folgende Tafel.

Monat	Padua			Leith		
	Beobachtet	Berechnet	Unterſchied	Beobachtet	Berechnet	Unterſchied
Januar	3°,71	3°,76	+0°,05	5°,00	5°,03	+0°,03
Februar	4,89	4,99	+0,10	4,74	4,71	—0,03
März	7,73	7,76	+0,03	4,84	4,89	+0,05
April	13,03	13,13	+0,10	7,83	7,90	+0,07
Mai	19,97	19,99	+0,02	9,91	9,98	+0,07
Junius	21,93	21,87	—0,06	13,26	13,34	+0,08
Julius	26,06	26,09	+0,03	15,70	15,82	+0,12
Auguſt	22,79	22,76	—0,03	14,60	14,63	+0,03
Septbr.	18,38	18,57	+0,19	13,54	13,59	+0,05
October	14,92	14,95	+0,03	9,50	9,51	+0,01
Novbr.	7,73	7,73	0	5,07	5,19	+0,12
Decbr.	3,84	3,94	+0,10	4,26	4,28	+0,02
Jahr	13,75	13,79	+0,04	9,02	9,07	+0,05

Hätte man Beobachtungen um 20 Uhr, 3 Uhr und 10 Uhr ngeſtellt, ſo würde die mittlere Temperatur durch den Aus- ruck

$$t = \frac{7.XX + 7.III + 10.X}{24}$$

halten [91]), wo XX, III und X die zu gedachten Stunden er- altenen Thermometerſtände bezeichnen. Aber nicht immer ſind ie Coefficienten ſo einfach als in den gedachten Fällen, und nicht lten haben ſie in jedem Monate einen verſchiedenen Werth. In ieſen Fällen würde die Rechnung ſehr weitläuftig werden, und es ſt daher zweckmäßiger, das arithmetiſche Mittel der Beobach- ungen zu nehmen und an dieſem eine Correction anzubringen, wie ieſes Leop. v. Buch mit einigen Beobachtungen in Ulea ge- han [92]) und in der Folge von Schouw [93]) und mir [94]) empfoh- en worden iſt.

91) Baumgartner Naturlehre. 3te Aufl. S. 697.

92) Gilbert's Annalen XLI, 44.

93) Schouw Pflanzengeographie S. 68.

94) Schweigger Jahrb XVIII, 26.

Gesetzt, man hätte zu drei beliebigen Stunden, etwa um 19 Uhr, 2 Uhr und 9 Uhr den Stand des Thermometers aufgezeichnet, so zeigen die Messungen in Padua und Leith, daß das arithmetische Mittel dieser drei Größen von dem wahren Mittel abweicht. Der Fehler in den einzelnen Monaten erreicht zum Theil die Größe von einem halben Grade. Vergleichen wir nun die Größe dieser Unterschiede in Leith und Padua, so verhalten sich beide sehr nahe wie 1 : 1,8. Nahe eben so verhalten sich auch die Aenderungen des Thermometers in dieser Zeit. Es steigt nämlich das Thermometer in Leith von 19 Uhr bis 2 Uhr um 2°,89 und sinkt dann bis 9 Uhr um 2°,03; in Padua betragen eben diese Aenderungen 4°,67 und 3°,67; nehmen wir mithin die Summen der Aenderungen, so verhält sich

$$4°,92 : 8°,54 = 1 : 1,84.$$

Wollten wir also aus der Correction, die in Leith nöthig ist, die für Padua erforderliche herleiten, so dürften wir jene nur mit 1,8 multipliciren und sie mit demselben Zeichen an dem arithmetischen Mittel der drei Beobachtungen anbringen. Ich habe mich daher bei den meisten Temperaturbestimmungen folgender einfachen Methode bedient. Waren mir die Beobachtungen zu den einzelnen Stunden bekannt, so nahm ich zuerst das arithmetische Mittel derselben; sodann nahm ich das Mittel der zu eben diesen Zeiten erhaltenen Temperatur in Padua und erkannte auf diese Art, ob eine Correction erforderlich sey. War dieses der Fall, so nahm ich dasselbe Verfahren in Leith vor, und multiplicirte die hier nöthigen Größen mit 1,8, um die Fehler zu verkleinern, welche in den Messungen zu Padua vorhanden seyn mochten. Sodann untersuchte ich, wie viel sich das Thermometer an dem Orte, dessen mittlerer Wärmegrad aufgesucht werden sollte, von einer Beobachtung bis zur folgenden änderte, und indem ich die Summe dieser Aenderungen mit der entsprechenden Größe in Padua verglich, erhielt ich den Coefficienten, mit welchem die Correction an letzterem Orte multiplicirt werden mußte [95]). Gesetzt, an einem Orte betrage die Summe der Aenderungen von 19 Uhr

95) Schweigger Jahrbuch N. R. XIX, 126.

is 2 Uhr, und von 2 Uhr bis 9 Uhr 12°,00, während diese
Größe in Padua nur 8°,54 beträgt, so giebt das Verhältniß

8,54 : 12,00 = 1 : 1,4

ie Größe 1,4, mit welchem die Correction für Padua multi-
plicirt werden muß. Früherhin bediente sich Schouw bei seinen
Berechnungen der für Padua geltenden Correction unmittelbar;
erst später hat er eine ähnliche Reduction derselben vorgeschla-
gen [96]). In Deutschland [97]), Italien und dem östlichen Frank-
reich läßt sich die Correction für Padua meistens unmittelbar an-
wenden, für Orte in England habe ich gewöhnlich die für Leith
geltenden Größen genommen.

Zweckmäßiger ist es jedoch, stets den Stand des Thermo-
meters zu solchen Stunden aufzuzeichnen, daß das arithmetische
Mittel der beobachteten Wärmegrade dem wahren Mittel gleich
ist. Man kann eine große Anzahl von Combinationen der Zeiten
machen, welche so liegen, daß man die gesuchte Größe erhält.
Vorzugsweise empfehle ich dazu die Stunden 4, 10, 16 und 22.
Schon das Mittel der Messungen um 16 Uhr und 4 Uhr, oder
22 Uhr und 10 Uhr giebt eine der Wahrheit sehr nahe kommende
Größe; noch mehr ist dieses aber mit dem Mittel aller vier Grö-
ßen der Fall, wie folgende Tafel zeigt:

	Padua			Leith		
Monat	Beob-achtet	Berech-net	Unter-schied	Beob-achtet	Berech-net	Unter-schied
Januar	3°,71	3°,74	+0°,03	5°,00	4°,99	—0°,01
Februar	4,89	4,95	+0,06	4,74	4,74	0
März	7,73	8,03	+0,30	4,84	4,81	—0,03
April	13,03	13,11	+0,08	7,83	7,89	+0,06
Mai	19,97	19,91	—0,06	9,91	9,92	+0,01
Junius	21,93	21,75	—0,18	13,26	13,18	—0,08
Julius	26,06	25,96	—0,10	15,70	15,57	—0,13
Auguſt	22,79	22,89	+0,10	14,60	14,57	—0,03
Septbr.	18,38	18,53	+0,15	13,54	13,51	—0,03
October	14,92	15,09	+0,17	9,50	9,57	+0,07
Novbr.	7,73	7,81	—0,08	5,07	5,05	—0,02
Decbr.	3,84	3,81	—0,03	4,20	4,22	+0,02
Jahr	13,75	13,80	+0,05	9,02	9,00	—0,02

96) Schouw Klimatologie I, 133.

97) Schübler in Schweigger's Jahrb. N. R. XIX, 121.

Die einzige bedeutende Abweichung zeigt Padua im März, aber die Ursache dieser Differenz liegt darin, daß in der ersten Beobachtung um 22 Uhr ein Fehler enthalten ist. Das Mittel der Messungen um 15 Uhr, 21 Uhr, 3 Uhr und 9 Uhr giebt ein eben so scharfes Resultat, und wenn hier die Morgenstunden auch vielleicht vielen Beobachtern unbequem liegen, so scheint mir die Wahl der zuerst genannten Stunden um so zweckmäßiger, da dieselben auch für die Bewegungen des Barometers von Wichtigkeit sind, und ein Physiker wäre dann im Stande durch gleichzeitige Aufzeichnung des Standes beider Instrumente die wichtigsten Thatsachen zu erhalten, deren wir für ihren Gang bedürfen.

Es ist mehrmals empfohlen worden, den Stand des Thermometers zu den Zeiten aufzuzeichnen, wo das Instrument auf dem täglichen Mittel steht. Wargentin glaubte [98]), dieses sey in Stockholm um 11 Uhr Abends der Fall, während Cotte behauptete, daß dieses in Paris um 21 Uhr geschehe [99]), was auch Tralles für Berlin annahm [100]). In der Folge behauptete Humboldt, die Wärme beim Untergange der Sonne sey sehr nahe dem Mittel gleich [1]), was früher schon de Luc [2]) von der Wärme des Tages im engern Sinne geglaubt hatte; jedoch können die Fehler, welche man auf diese Art begeht, in einzelnen Monaten die Größe von einem Grade übersteigen [3]). Später haben Schouw [4]) und Hällström [5]) gezeigt, daß diese Stunden von den Jahreszeiten abhängen. Ich habe früher diese Momente vermittelst der für die einzelnen Monate möglichst regelmäßig gezogenen Curven bestimmt [6]), jedoch setzen uns die oben mitgetheilten Formeln für den Gang der Wärme in den Stand,

98) Bei Hällström in Poggendorff's Annalen IV, 398.

99) Cotte Traité p. 371.

100) Abhandlungen der Berliner Academie für 1818, phys. Kl. p. 412.

1) Mémoires d'Arcueil II, 491.

2) de Luc Modific. de l'atmosph. §. 595. T. III. p. 13.

3) Schweigger Jahrbuch N. R. XVIII, 21.

4) Schouw Pflanzengeographie S. 60, Klimatologie I, 131.

ggendorff's Annalen IV, 396.

weigger Jahrbuch XVIII, 16.

ieſes mit größerer Schärfe zu thun, und darnach ergeben ſich olgende Momente, in denen die Mittel eintreten.

Monat	Morgen		Abend		Zeit über dem Mittel	
	Padua	Leith	Padua	Leith	Padua	Leith
Januar	$22^h,2$	$22^h,3$	$8^h,7$	$7^h,8$	$10^h,5$	9,5
Februar	22,1	21,9	9,7	7,2	11,6	9,3
März	21,6	21,9	9,2	8,6	11,6	10,7
April	21,5	21,0	9,1	8,8	11,6	11,8
Mai	19,6	21,0	7,6	9,0	12,0	12,0
Junius	19,4	20,8	7,1	8,6	11,7	11,8
Julius	19,5	20,7	7,1	8,9	11,6	12,2
Auguſt	20,2	20,8	7,4	8,5	11,2	11,7
Septbr.	20,8	21,1	7,9	8,2	11,1	11,1
October	21,4	21,2	7,5	6,8	12,1	9,6
Novbr.	21,2	21,6	6,6	7,7	9,4	10,1
Decbr.	21,6	21,5	7,5	6,2	9,9	8,7

Wie man ſieht, ſo zeigen die Stunden an beiden Orten durchaus keine Uebereinſtimmung, und es läßt ſich daher nichts Allgemeines über die Wahl derſelben ſagen. Am Morgen tritt das Mittel faſt das ganze Jahr hindurch in Leith ſpäter ein, als in Padua, denn die Ausnahmen verdienen wohl kaum eine Beachtung; in den Wintermonaten dagegen findet das Minimum am Abende früher in Leith Statt, während im Sommer das Gegentheil Statt findet. Dabei zeigt die obige Tafel noch den merkwürdigen Umſtand, daß die Temperatur längere Zeit unter dem Mittel liegt, als über demſelben. In Padua betrug jene Zeit 11,2 Stunden, in Leith nur 10,7 Stunden, iſt alſo eine halbe Stunde kleiner. Dieſer Unterſchied zwiſchen beiden Orten verſchwindet im Sommer faſt ganz, wird aber im Winter bedeutender. Denn nach einem Mittel der im December, Januar und Februar gefundenen Größen iſt die Wärme in Padua 10,7, in Leith nur 9,2 Stunden über dem Mittel. Ich glaube nicht, daß wir annehmen dürfen, daß dieſe Differenzen bloß darin ihren Grund haben, daß noch nicht alle Anomalien im Gange der Wärme entfernt ſind; es hängt dieſelbe innig mit dem Feuchtig-

keitszustande der Atmosphäre zusammen, und ich werde im fünften Abschnitte zu zeigen suchen, worin die Differenzen in den Stunden der Mittel und in der ungleichen Dauer der Zeiten, während welcher die Temperatur über oder unter dem Mittel liegt, in den einzelnen Jahreszeiten und an beiden Orten ihren Grund haben.

Da bei Bestimmung der mittleren Temperatur des Tages aus wenigen Beobachtungen die Quadratur der Curve für den täglichen Gang der Wärme gesucht wird, so kann man sich auch aller Methoden bedienen, welche von den Geometern zur Lösung dieses Problemes vorgeschlagen sind. Ein sehr einfaches Verfahren dieses zu erreichen, ist das von Kramp [7]). Es wird dabei vorausgesetzt, daß die Abscissen um gleiche Größen wachsen. Ich habe es versucht diese Formeln auf 4, 6, 8 Beobachtungen während des Tages anzuwenden. Die Uebereinstimmung mit den wahren Mitteln war sehr groß. Wenn jedoch wenigstens vier Beobachtungen während des Tages angestellt werden, so giebt schon das arithmetische Mittel derselben eine der Wahrheit sehr nahe kommende Größe, zu welchen Stunden diese Beobachtungen auch immerhin angestellt seyn mögen, wofern nur die Zeitintervalle zwischen den einzelnen Aufzeichnungen des Instrumentes gleich sind. Noch mehr ist dieses bei sechs, acht und zwölf Beobachtungen der Fall. Aus diesem Grunde will ich die hieher gehörigen Formeln nicht mittheilen.

Eine zweite Methode ist die von Gauß vorgeschlagene [8]), welche schon früher Possel t und später Poggendorff [9]) auf die Bestimmung der mittleren Tageswärme angewendet hat. Wenn y die Ordinate und x die Abscisse einer Curve bezeichnet, so giebt das Integral $\int y dx$ den Flächeninhalt derselben. Nimmt man dieses Integral von $x = g$ bis $x = g + \Delta$, so kann man allgemein setzen $x - g = \Delta t$, und t, einen von 0 bis 1 gehenden Bruchwerth von Δ, als neue Abscisse der Curve oder als neue independente Variable der Function (y, x) ansehen. Das Inte-

7) Kramp in den Annales de Mathematiques VI, 261, 372. IX, 375.

8) Comment. Soc. Reg. Gott. recent. Vol. III. p. 39.

9) Poggendorff's Annalen IV, 410.

al $\int y dx$ geht dadurch in $\Delta \int y dt$ über, und dann ist zufolge der
n Gauß vorgeschlagenen Methode

$$\Delta (AR + A'R' + A''R'' + \ldots\ldots + A^{(n)} R^{(n)})$$

er Werth des Integrales $\Delta \int y dt$ von $t = 0$ bis $t = 1$. Hier
ezeichnen A, A', A'', $\ldots\ldots A^{(n)}$ gegebene Werthe der Or-
inate y, die respective gewissen Werthen von t zwischen $t = 0$
nd $t = 1$ entsprechen; R, R', $R'' \ldots\ldots R^{(n)}$ sind Zahlen-
oefficienten, die durch dieses Verfahren näher bestimmt werden
nd für alle Curven dieselben bleiben; $n + 1$ ist die Zahl der ge-
ebenen Ordinaten innerhalb des Intervalles Δ. Nimmt man nun
ie Zeit für die Abscissen t und die beobachteten Temperaturen für
ie Ordinaten y, so giebt $\int y dt$ oder

$$AR + A'R' + A''R'' + \ldots\ldots A^{(n)} R^{(n)}$$

ie mittlere Wärme für den Zeitabschnitt Δ, den wir $= 1$ setzen
önnen. Wenn nun die Beobachtungszeiten innerhalb jener Zeit-
inheit und als Bruchwerthe derselben ausgedrückt, respective
nit α, α', $\alpha'' \ldots\ldots$ bezeichnet werden, so hat man sie diesen Unter-
uchungen zufolge so zu wählen, wie es die folgende Tafel zeigt,
orin sie und zugleich die entsprechenden Werthe für R, R', $R'' \ldots\ldots$
is auf 7 Decimalstellen enthalten sind. Nämlich

1) für 2 Beobachtungen

$\alpha = 0{,}2113249$; $R = \frac{1}{2}$
$\alpha^{I} = 0{,}7886751$; $R^{I} = \frac{1}{2}$.

2) für 3 Beobachtungen

$\alpha = 0{,}1127017$; $R = \frac{5}{18}$
$\alpha^{I} = 0{,}5$; $R^{I} = \frac{8}{18}$
$\alpha^{II} = 0{,}8872983$; $R^{II} = \frac{5}{18}$.

3) für 4 Beobachtungen

$\alpha = 0{,}0694318$; $R = 0{,}1739274$;
$\log R = 0{,}2403681 - 1$
$\alpha^{I} = 0{,}3300095$; $R^{I} = 03260726$;
$\log R^{I} = 0{,}5133143 - 1$
$\alpha^{II} = 0{,}6699905$; $R^{II} = R^{I}$
$\alpha^{III} = 0{,}9305682$; $R^{III} = R$.

4) für 5 Beobachtungen

$\alpha = 0{,}0469101$; $R = 01184634$;
$\log R = 0{,}0735843 - 1$.
$\alpha^{I} = 0{,}2307653$; $R^{I} = 0{,}2393143$;
$\log R^{I} = 0{,}3789687 - 1$
$\alpha^{II} = 0{,}5$; $R^{II} = 0{,}2844444$;
$\log R^{II} = 0{,}4539975 - 1$.
$\alpha^{III} = 0{,}7692347$; $R^{III} = R^{I}$
$\alpha^{IV} = 0{,}9530899$; $R^{IV} = R$.

5) für 6 Beobachtungen

$\alpha = 0{,}0337652$; $R = 0{,}0856622$;
$\log R = 0{,}9327895 - 2$
$\alpha^{I} = 0{,}1693953$; $R^{I} = 0{,}1803808$;
$\log R^{I} = 0{,}2561903 - 1$
$\alpha^{II} = 0{,}3806094$; $R^{II} = 0{,}2339570$;
$\log R^{II} = 0{,}3691360 - 1$
$\alpha^{III} = 0{,}6193906$; $R^{III} = R^{II}$
$\alpha^{IV} = 0{,}8306047$; $R^{IV} = R^{I}$
$\alpha^{V} = 0{,}9662348$; $R^{V} = R$

6) für 7 Beobachtungen

$\alpha = 0{,}0254460$; $R = 0{,}0647425$;
$\log R^{I} = 0{,}8111894 - 2$
$\alpha^{I} = 0{,}1292344$; $R^{I} = 0{,}1398527$;
$\log R^{I} = 0{,}1456708 - 1$
$\alpha^{II} = 0{,}2970774$; $R^{II} = 0{,}1909150$;
$\log R^{II} = 0{,}2808401 - 1$
$\alpha^{III} = 0{,}5$; $R^{III} = 0{,}2089796$;
$\log R^{III} = 0{,}3201039 - 1$
$\alpha^{IV} = 0{,}7029226$; $R^{IV} = R^{II}$
$\alpha^{V} = 0{,}8707656$; $R^{V} = R^{I}$
$\alpha^{VI} = 0{,}9745540$; $R^{VI} = R$.

Gesetzt, man wolle die Temperatur des Januar zu Padua
ırch 4 Beobachtungen bestimmen, und man rechnet den Anfang
r Coordinaten vom Mittage an, so wird die erste dieser Beob-
htungen um $0{,}0694 \times 24 = 1^h{,}7$, die zweite um $0{,}33 \times 24$
$= 7^h{,}9$, die dritte um $0{,}67 \times 24 = 16^h{,}1$, die vierte um
$,9306 \times 24 = 22^h{,}3$ angestellt; von diesen Beobachtungen
ird die erste und vierte mit 0,1739, die zweite und dritte mit
,3261 multiplicirt. Werden die diesen Momenten entsprechen-
n Temperaturen nach den oben gegebenen Formeln aufgesucht,
erhalten wir 5°,59, 3°,90, 2°,61 und 3°,83; nach Aus-
hrung der nöthigen Multiplicationen ergiebt sich als Mittel
°,76, während alle 24 Beobachtungen 3°,71 gaben. Ich
abe diese Methode bei 4 und 6 Beobachtungen in verschiedenen
lonaten in Padua und Leith geprüft und mich vollkommen von
rer Anwendbarkeit überzeugt. Es scheint darnach keineswegs
forderlich, das Mittel der Beobachtungen in der Nacht und am
age einzeln aufzusuchen, wie dieses Poggendorff vermu-
et hatte [10]).

Um die mittlere Luftwärme eines Tages zu finden, kann
an sich noch verschiedener anderer Methoden bedienen; ein sehr
nfaches Verfahren dazu hat Graßmann vorgeschlagen [11]).
in Pendel ohne Compensation, welches im Freien vor Luftzug,
legen und directer Einwirkung der Sonnenstrahlen geschützt
ängt, wird mit einer Uhr verbunden, sein Gang anfänglich
eben einem Thermometer beobachtet, darnach seine Acceleration
der Retardation bei bekannten Wärmegraden bestimmt, und aus
em Gange der Uhr während eines Tages in der Folge die mitt-
re Temperatur des Ortes hergeleitet. Möge diese Bestim-
mungsart praktisch anwendbar seyn oder nicht, so verdiente sie
ohl, daß sie durch einen directen Versuch geprüft würde.

Wenn die Beobachtungen der täglichen Wärme zu Zeiten
ngestellt werden, daß ihr arithmetisches Mittel nicht dem wah-
en Mittel gleich ist, so ist leicht begreiflich, daß die Fehler desto
leiner werden, je geringer die täglichen Oscillationen des Instru-

---

10) l. l. S. 414.

11) Poggendorff's Annalen IV, 419.

keitszustande der Atmosphäre zusammen, und ich werde im fünften Abschnitte zu zeigen suchen, worin die Differenzen in den Stunden der Mittel und in der ungleichen Dauer der Zeiten, während welcher die Temperatur über oder unter dem Mittel liegt, in den einzelnen Jahreszeiten und an beiden Orten ihren Grund haben.

Da bei Bestimmung der mittleren Temperatur des Tages aus wenigen Beobachtungen die Quadratur der Curve für den täglichen Gang der Wärme gesucht wird, so kann man sich auch aller Methoden bedienen, welche von den Geometern zur Lösung dieses Problemes vorgeschlagen sind. Ein sehr einfaches Verfahren dieses zu erreichen, ist das von Kramp [7]). Es wird dabei vorausgesetzt, daß die Abscissen um gleiche Größen wachsen. Ich habe es versucht diese Formeln auf 4, 6, 8 Beobachtungen während des Tages anzuwenden. Die Uebereinstimmung mit den wahren Mitteln war sehr groß. Wenn jedoch wenigstens vier Beobachtungen während des Tages angestellt werden, so giebt schon das arithmetische Mittel derselben eine der Wahrheit sehr nahe kommende Größe, zu welchen Stunden diese Beobachtungen auch immerhin angestellt seyn mögen, wofern nur die Zeitintervalle zwischen den einzelnen Aufzeichnungen des Instrumentes gleich sind. Noch mehr ist dieses bei sechs, acht und zwölf Beobachtungen der Fall. Aus diesem Grunde will ich die hieher gehörigen Formeln nicht mittheilen.

Eine zweite Methode ist die von Gauß vorgeschlagene [8]), welche schon früher Posselt und später Poggendorff auf die Bestimmung der mittleren Tageswärme angewendet hat [9]). Wenn y die Ordinate und x die Abscisse einer Curve bezeichnet, so giebt das Integral $\int y dx$ den Flächeninhalt derselben. Nimmt man dieses Integral von $x = g$ bis $x = g + \Delta$, so kann man allgemein setzen $x - g = \Delta t$, und t, einen von 0 bis 1 gehenden Bruchwerth von Δ, als neue Abscisse der Curve oder als neue independente Variable der Function (y, x) ansehen. Das Inte-

7) Kramp in den Annales de Mathematiques VI, 261, 372. IX, 375.

8) Comment. Soc. Reg. Gott. recent. Vol. III. p. 89.

9) Poggendorff's Annalen IV, 410.

gral $\int y dx$ geht dadurch in $\Delta \int y dt$ über, und dann ist zufolge der von Gauß vorgeschlagenen Methode

$$\Delta (AR + A'R' + A''R'' + \ldots + A^{(n)}R^{(n)})$$

der Werth des Integrales $\Delta \int y dt$ von $t = 0$ bis $t = 1$. Hier bezeichnen A, A', A'', ... $A^{(n)}$ gegebene Werthe der Ordinate y, die respective gewissen Werthen von t zwischen $t = 0$ und $t = 1$ entsprechen; R, R', R'' .... $R^{(n)}$ sind Zahlen-Coefficienten, die durch dieses Verfahren näher bestimmt werden und für alle Curven dieselben bleiben; $n + 1$ ist die Zahl der gegebenen Ordinaten innerhalb des Intervalles Δ. Nimmt man nun die Zeit für die Abscissen t und die beobachteten Temperaturen für die Ordinaten y, so giebt $\int y dt$ oder

$$AR + A'R' + A''R'' + \ldots . A^{(n)} R^{(n)}$$

die mittlere Wärme für den Zeitabschnitt Δ, den wir $= 1$ setzen können. Wenn nun die Beobachtungszeiten innerhalb jener Zeiteinheit und als Bruchwerthe derselben ausgedrückt, respective mit α, α', α''.... bezeichnet werden, so hat man sie diesen Untersuchungen zufolge so zu wählen, wie es die folgende Tafel zeigt, worin sie und zugleich die entsprechenden Werthe für R, R', R''.... bis auf 7 Decimalstellen enthalten sind. Nämlich

1) für 2 Beobachtungen

$\alpha = 0{,}2113249$; $R = \frac{1}{2}$
$\alpha^{I} = 0{,}7886751$; $R^{I} = \frac{1}{2}$.

2) für 3 Beobachtungen

$\alpha = 0{,}1127017$; $R = \frac{5}{18}$
$\alpha^{I} = 0{,}5$; $R^{I} = \frac{8}{18}$
$\alpha^{II} = 0{,}8872983$; $R^{II} = \frac{5}{18}$.

3) für 4 Beobachtungen

$\alpha = 0{,}0694318$; $R = 0{,}1739274$;
$\log R = 0{,}2403681 - 1$
$\alpha^{I} = 0{,}3300095$; $R^{I} = 03260726$;
$\log R^{I} = 0{,}5133143 - 1$
$\alpha^{II} = 0{,}6699905$; $R^{II} = R^{I}$
$\alpha^{III} = 0{,}9305682$; $R^{III} = R$.

4) für 5 Beobachtungen

$\alpha = 0{,}0469101$; $R = 01184634$;
$\log R = 0{,}0735843 - 1$.
$\alpha^{I} = 0{,}2307653$; $R^{I} = 0{,}2393143$;
$\log R^{I} = 0{,}3789687 - 1$
$\alpha^{II} = 0{,}5$; $R^{II} = 0{,}2844444$;
$\log R^{II} = 0{,}4539975 - 1$,
$\alpha^{III} = 0{,}7692347$; $R^{III} = R^{I}$
$\alpha^{IV} = 0{,}9530899$; $R^{IV} = R$.

5) für 6 Beobachtungen

$\alpha = 0{,}0337652$; $R = 0{,}0856622$;
$\log R = 0{,}9327895 - 2$
$\alpha^{I} = 0{,}1693953$; $R^{I} = 0{,}1803808$;
$\log R^{I} = 0{,}2561903 - 1$
$\alpha^{II} = 0{,}3806094$; $R^{II} = 0{,}2339570$;
$\log R^{II} = 0{,}3691360 - 1$
$\alpha^{III} = 0{,}6193906$; $R^{III} = R^{II}$
$\alpha^{IV} = 0{,}8306047$; $R^{IV} = R^{I}$
$\alpha^{V} = 0{,}9662348$; $R^{V} = R$

6) für 7 Beobachtungen

$\alpha = 0{,}0254460$; $R = 0{,}0647425$;
$\log R^{I} = 0{,}8111894 - 2$
$\alpha^{I} = 0{,}1292344$; $R^{I} = 0{,}1398527$;
$\log R^{I} = 0{,}1456708 - 1$
$\alpha^{II} = 0{,}2970774$; $R^{II} = 0{,}1909150$;
$\log R^{II} = 0{,}2808401 - 1$
$\alpha^{III} = 0{,}5$; $R^{III} = 0{,}2089796$;
$\log R^{III} = 0{,}3201039 - 1$
$\alpha^{IV} = 0{,}7029226$; $R^{IV} = R^{II}$
$\alpha^{V} = 0{,}8707656$; $R^{V} = R^{I}$
$\alpha^{VI} = 0{,}9745540$; $R^{VI} = R$.

Geſetzt, man wolle die Temperatur des Januar zu Padua
ırch 4 Beobachtungen beſtimmen, und man rechnet den Anfang
:r Coordinaten vom Mittage an, ſo wird die erſte dieſer Beob-
chtungen um $0{,}0694 \times 24 = 1^h{,}7$, die zweite um $0{,}33 \times 24 = 7^h{,}9$, die dritte um $0{,}67 \times 24 = 16^h{,}1$, die vierte um $0{,}9306 \times 24 = 22^h{,}3$ angeſtellt; von dieſen Beobachtungen
›ird die erſte und vierte mit 0,1739, die zweite und dritte mit
),3261 multiplicirt. Werden die dieſen Momenten entſprechen-
en Temperaturen nach den oben gegebenen Formeln aufgeſucht,
› erhalten wir 5°,59, 3°,90, 2°,61 und 3°,83; nach Aus-
ihrung der nöthigen Multiplicationen ergiebt ſich als Mittel
°,76, während alle 24 Beobachtungen 3°,71 gaben. Ich
abe dieſe Methode bei 4 und 6 Beobachtungen in verſchiedenen
Monaten in Padua und Leith geprüft und mich vollkommen von
ıeer Anwendbarkeit überzeugt. Es ſcheint darnach keineswegs
:forderlich, das Mittel der Beobachtungen in der Nacht und am
age einzeln aufzuſuchen, wie dieſes Poggendorff vermu-
)et hatte [10]).

Um die mittlere Luftwärme eines Tages zu finden, kann
ıan ſich noch verſchiedener anderer Methoden bedienen; ein ſehr
infaches Verfahren dazu hat Graßmann vorgeſchlagen [11]).
Ein Pendel ohne Compenſation, welches im Freien vor Luftzug,
Regen und directer Einwirkung der Sonnenſtrahlen geſchützt
ängt, wird mit einer Uhr verbunden, ſein Gang anfänglich
eben einem Thermometer beobachtet, darnach ſeine Acceleration
der Retardation bei bekannten Wärmegraden beſtimmt, und aus
em Gange der Uhr während eines Tages in der Folge die mitt-
ere Temperatur des Ortes hergeleitet. Möge dieſe Beſtim-
nungsart praktiſch anwendbar ſeyn oder nicht, ſo verdiente ſie
ohl, daß ſie durch einen directen Verſuch geprüft würde.

Wenn die Beobachtungen der täglichen Wärme zu Zeiten
ıngeſtellt werden, daß ihr arithmetiſches Mittel nicht dem wah-
:en Mittel gleich iſt, ſo iſt leicht begreiflich, daß die Fehler deſto
leiner werden, je geringer die täglichen Oscillationen des Inſtru-

10) l. l. S. 414.

11) Poggendorff's Annalen IV, 419.

mentes ſind. Deshalb empfiehlt Poggendorff [12]), ein Thermometer mit einer die Wärme ſchlecht leitenden Maſſe von ſolcher Größe zu umgeben und vor Regen und Sonnenſchein geſchützt in freier Luft aufzuhängen, daß wenige Beobachtungen am Tage hinreichen, aus dem arithmetiſchen Mittel derſelben die mittlere Wärme mit Sicherheit zu erhalten.

Mir ſind bis jetzt keine Meſſungen bekannt, welche auf dieſe Art angeſtellt ſind, denn einige Beobachtungen, bei denen Thermometer in Bäume geſenkt wurden, deren Stand man dann aufzeichnete, wurden in einer andern Abſicht angeſtellt, und die Aufzeichnungen älterer Meteorologen, die nicht ſelten in von der Sonne beſchienenen Zimmern gemacht wurden, gehören allerdings in dieſe Klaſſe, leiden aber an ſo vielen andern Fehlern, daß wir keine Rückſicht auf ſie nehmen dürfen. Dagegen Beobachtungen von Thermometern, deren Kugeln bis zu geringer Tiefe in den Boden geſenkt wurden und die hieher gehören, ſind öfter gemacht worden. Eine nothwendige Bedingung aber bei Anſtellung dieſer Reihe von Meſſungen iſt, daß das Thermometer eine ſo lange Röhre habe, daß man den Stand deſſelben ablesen kann, ohne das Inſtrument herauszunehmen, weil ſonſt die Luft Einfluß auf ſeine Angaben hat. Die älteſte längere Reihe von Meſſungen dieſer Art iſt die des Kaufmanns Ott in Zürich, welcher dieſelbe fünf Jahre hindurch fortſetzte [13]); aber die Tagebücher welche derſelbe der phyſikaliſchen Geſellſchaft in Zürich mittheilte, ſind meines Wiſſens nie bekannt gemacht. In der Folge hat Ferguſon von Raith zu Abbotshall in Fife während der Jahre 1816 und 1817 Thermometer beobachtet, deren Kugeln ſich 1, 2, 3, 4 Fuß unter der Oberfläche des Bodens befanden; ich kenne jedoch nur die von Ure [14]) mitgetheilten monatlichen Mittel. Die neueſte Reihe von Meſſungen iſt die von Muncke [15]) anfänglich in Heidelberg und ſpäterhin in Schwetzingen

12) Poggendorff's Annalen IV, 417.

13) Lambert's deutſcher gelehrter Briefwechſel, herausgeg. von Joh. Bernoulli. 8. Berlin Bd. II. S. 188—199.

14) Ure Handwörterbuch der praktiſchen Chemie. 8. Weimar 1825. Art. Klima. S. 363.

15) Gehler's Wörterbuch N. A. Art. Erde. III, 987.

en angestellte. Er senkte Thermometer in 1,5; 3 und 5 Fuß iefe. In Betreff des täglichen Ganges bemerkt derselbe, daß ie Einflüsse der täglichen Veränderungen der Wärme noch bis u 1,5 Fuß Tiefe reichen und in 3 Fuß Tiefe verschwinden, in= em das in der letzten Tiefe befindliche Thermometer die stärksten Einflüsse erhöhter oder verminderter Wärme, z. B. durch die Son= enstrahlen oder den Regen, selten schon am zweiten, meistens erst im dritten Tage oder später bemerkbar machte. Nach einer mir mündlich mitgetheilten Aeußerung dieses Beobachters ist dieses das cherste Verfahren, die mittlere Wärme eines Ortes zu bestimmen.

Das bisher Gesagte möge genügen, die Methoden anzu= eben, vermittelst deren man die Temperatur der einzelnen Tage estimmen kann. Es mag allerdings kleinlich erscheinen, daß ich ei diesem Gegenstande so lange verweilte; wenn aber verlangt ird, daß die Thermometer, deren sich die Beobachter bedienen, enau calibrirt und sorgfältig geprüft seyen, so würde es un= veckmäßig seyn, mit guten Instrumenten Messungen anzustellen, elche noch mit constanten Fehlern behaftet sind. Da nun die Bärme eins der wichtigsten in der Meteorologie zu behandelnden lemente ist, so müssen wir uns vorzugsweise bemühen, hier ge= aue Größen zu erhalten, zumal wenn wir künftigen Physikern lemente hinterlassen wollen, durch welche bestimmt werden ann, ob die Wärme der Atmosphäre sich im Laufe der Jahr= underte ändere oder nicht.

Nachdem wir auf diese Art gelernt haben, wie wir die nittlere Temperatur der einzelnen Tage bestimmen können, bleibt ns der Gang der Wärme während des ganzen Jahres übrig. Das einfachste Verfahren dieses zu thun, und welches wir hier zu= ächst anwenden wollen, ist die Betrachtung der mittleren Tem= eraturen der ganzen Monate. Nehmen wir aus den Wärme= raden der einzelnen Tage im Monate das Mittel, so erhalten vir die Temperatur, welche sehr nahe der Mitte des Monates ntsprechen würde, und diese Größe wollen wir als die mittlere Wärme des Monates ansehen. Auf diese Art erhalten wir für das Jahr zwölf Größen; das arithmetische Mittel derselben ist ehr nahe der mittleren Temperatur des Jahres gleich [16]), und

16) Hällström in Poggendorff's Annalen IV, 409.

daher wollen wir dieſe Größe bei allen unſeren Unterſuchung zum Grunde legen.

Lange Zeit machte die mittlere Temperatur des Jahres Baſis aller klimatologiſchen Unterſuchungen aus, ohne daß doch näher unterſucht wurde, ob dieſe Größe durch Be achtungen von wenigen Jahren hinreichend ſcharf beſtimmt w den könnte. Erſt A. v. Humboldt unternahm dieſe A beit, und indem er eilfjährige Beobachtungen zu Genf u Paris benutzte, fand er, daß ſchon die Beobachtungen eines e zigen Jahres in mittleren Breiten ein der Wahrheit ſehr na kommendes Reſultat gäben [17]), ſo daß wir ſchon nach mehre Jahren die mittlere Jahreswärme mit großer Sicherheit erhalt Ich will hier die Reſultate der Meſſungen mittheilen, welc Dalton 25 Jahre hindurch zu Mancheſter [18]), und Joſep Maria Bouvard 21 Jahre hindurch zu Paris [19]) angeſtc haben.

	Mancheſter		Paris	
Jahr	Mittel	Abweichung	Mittel	Abweichung
1794	8°,9	+0°,2		
1795	8,0	—0,7		
1796	9,3	+0,6		
1797	9,6	+0,9		
1798	9,7	+1,0		
1799	7,0	—1,7		
1800	8,3	—0,4		
1801	8,8	+0,1		
1802	8,6	—0,1		
1803	8,4	—0,3		
1804	9,0	+0,3		

17) Mémoires d'Arcueil III, 559.

18) Annals of philosophy XV, 251.

19) A. Bouvard in den Mém. de l'Acad. roy. des Scienc. de l'Institut de France VII, 327.

Monat	Rom [28])	Capstadt [29])	Fort Johnston [30])	Abusheher [31])
Januar	7°,78	14°,21	11°,26	16°,39
Febr.	8,46	15,87	10,67	17,78
März	10,75	16,61	14,46	19,58
April	13,73	18,39	18,36	23,47
Mai	17,77	21,19	23,06	28,33
Junius	21,33	22,43	25,78	32,08
Julius	23,55	23,54	27,47	34,31
August	23,67	24,42	26,85	33,61
Sept.	20,76	22,64	24,23	31,42
Octbr.	16,60	19,49	20,40	27,43
Novbr.	11,98	16,74	15,09	20,56
Decbr.	8,87	14,38	12,05	15,42
Jahr	15,48	19,16	19,22	25,03

hernd ausdrückt. Auch hier könnten wir die Einwirkung der Sonne und die in jedem Monate erfolgende Ausstrahlung der Wärme zum Grunde legen; es scheint mir jedoch zweckmäßiger, den oben für den Gang der täglichen Temperatur gegebenen Ausdruck auch hier anzuwenden, wie dieses schon früher Walbeck [32]), Hällström [33]) und unter etwas anderer Gestalt

28) 10jähr. Beob. (1783—92) von Calandrelli in den Mannheimer Ephemeriden, berechnet von Brandes (Beiträge zur Witterungskunde S. 10), und 7jähr. Beob. (1811—1817) von Conti und Calandrelli, mitgetheilt von Schouw (Pflanzengeographie S. 212).

29) 8jähr. Beob. (1619—26), mitgetheilt von L. v. Buch (Poggendorff's Annalen XV, 516). Der allgemeinen Uebersicht wegen habe ich die Messungen des Julius in den Januar verlegt, und eben dieses ist mit den übrigen Monaten der Fall.

30) In den vereinigten Staaten in 34° 0′ N. und 78° 5′ W. (Greenw.); 4jähr. B. (1822—25) aus der unter (23) genannten Schrift Lovell's.

31) Am persischen Meerbusen in 28° 15′ N. und 50° 54′ O. (Greenw.); Beob. im Jahre 1803 von Jukes, mitgetheilt von Malcolm History of Persia II, 505.

32) Zach Correspond. astronomique 1820. Cah. 6. p. 564.

33) Poggendorff's Annalen IV, 406.

achtungsreihe erforderlich. Diese Differenzen jedoch sind in den Wintermonaten größer als im Sommer, wie folgende aus Dalton's Journal entnommene Reihe für den Januar und Julius zeigt.

	Januar		Julius	
Jahr	Beobachtet	Abweichung	Beobachtet	Abweichung
1794	— 0°,2	— 2°,3	16°,7	+ 1°,5
1795	— 4,3	— 6,4	16,1	+ 0,9
1796	6,7	+ 4,5	14,2	— 1,0
1797	4,8	+ 2,7	16,1	+ 0,9
1798	4,7	+ 2,6	16,1	+ 0,9
1799	1,4	— 0,7	13,9	— 1,3
1800	2,5	+ 0,4	14,9	— 0,3
1801	4,1	+ 2,0	14,5	— 0,7
1802	1,2	— 0,9	13,0	— 2,2
1803	1,7	— 0,4	16,0	+ 0,8
1804	6,1	+ 4,0	13,9	— 1,3
1805	1,3	— 0,8	16,1	+ 0,9
1806	3,4	+ 1,3	15,0	— 0,2
1807	2,4	+ 0,3	16,2	+ 1,0
1808	2,3	+ 0,2	17,8	+ 2,6
1809	1,1	— 1,0	14,2	— 1,0
1810	1,7	— 0,4	14,9	— 0,3
1811	1,2	— 0,9	15,3	+ 0,1
1812	2,7	+ 0,6	13,3	— 1,9
1813	1,7	— 0,4	15,6	+ 0,4
1814	— 3,1	— 5,2	14,5	— 0,7
1815	— 1,2	— 3,3	12,2	— 3,0
1816	2,9	+ 0,8	13,9	— 1,3
1817	4,3	+ 2,2	14,2	— 1,0
1818	3,8	+ 1,7	18,9	+ 3,7
Mittel	2,1		15,2	

Wenn wir an verschiedenen Orten die jährlichen Temperaturcurven vergleichen, so zeigt sich hier ein wichtiger klimatischer Unterschied. In mittleren und höheren Breiten nimmt nämlich die Wärme vom Januar bis zum Julius mehr oder weniger schnell zu, und sinkt von hier aufs Neue bis zum Januar, dergestalt,

die Curve Ein Maximum und Ein Minimum hat. Anders hält es sich zwischen den Wendekreisen. Die Temperatur ist an Orten der nördlichen Halbkugel ebenfalls vom Januar zum April oder Mai; darauf ist sie vielleicht einige Monate stant, oder sie sinkt auch wohl im Junius und Julius, steigt m aufs Neue bis zum September und sinkt endlich bis zum Ja- r, dergestalt, daß wir hier zwei Maxima und Minima der rlichen Wärme haben. Es hängen diese fast in jeder Breite schiedenen Biegungen der Curve von dem hygrometrischen Zu- de der Atmosphäre ab, weshalb wir uns hier zunächst damit nügen, den Gang der Wärme während des Jahres nur in tleren und höheren Breiten zu betrachten.

Folgende Tafel enthält die Temperaturen der einzelnen Mo- e an verschiedenen Orten nach mehrjährigem Durchschnitte:

Monat	Enontekis [20])	Christiania [21])	Upsala [22])
Januar	— 17°,50	— 4°,33	— 5°,49
Februar	— 18,06	— 2,91	— 2,98
März	— 11,40	— 1,03	— 1,48
April	— 3,00	2,51	4,58
Mai	2,50	9,10	9,55
Junius	9,70	14,62	14,54
Julius	15,33	16,86	17,07
August	13,36	15,85	15,75
September	5,40	11,24	10,97
October	— 2,50	4,93	6,03
November	— 10,98	0,97	0,08
December	— 17,20	— 3,74	— 3,95
Jahr	— 2,86	5,33	5,39

20) In Lappland, 3jähr. Beob. von Grape, berechnet von Wahlenberg Flora Lapponica p. XLIV.

21) 2jähr. Beob. (1807—8) der Generalin von Wackenitz bei Leop. v. Buch Reise durch Norwegen (I, 93); 7jähr. Beob. (1816—22) von Esmark im Magazin for Naturvidenskaberne Heft 1, und 3jähr. Beob. (1823—25) von Hansteen in jedem Hefte des Magaz. for Naturvidenskaberne.

22) 30jähr. Beob. (1774—1803) von Prosperin, Holmquist und Schilling, mitgetheilt von Buch (Reise durch Norwegen und Lappland II, 322) und von Schouw (Pflanzengeographie S. 202) auf wahre Mittel reducirt.

Bouvard [34]) gethan haben. Zu dem Behufe geben wir jedem Monate eine gleiche Länge von 30 Tagen und denken uns das Jahr als einen Kreis, in welchem wir Polarcoordinaten ziehen, einem jeden Monate gehört dann ein Bogen von 30°; bezeichnet T_n die dem nten Monate entsprechende Temperatur, den Anfangspunkt des Jahres vom 15ten Januar an gerechnet, ist die mittlere Wärme des Jahres, und sind u', u'', u''' .... constante durch die Beobachtungen zu bestimmende Coefficienten, v', v'', v''' .... eben solche Winkel, so können wir annehmen, es sey

$$T_n = t + u' \sin(n.30^\circ + v') + u'' \sin(n.60^\circ + v'') + u''' \sin(n.90^\circ + v''') + \ldots.$$

Für unsere Untersuchungen genügen im Allgemeinen die drei ersten Glieder auf der rechten Seite des Gleichheitszeichens; es ist mithin

$$T_n = t + u' \sin(n.30^\circ + v') + u'' \sin(n.60^\circ + v'')$$

Sind hier die Constanten bestimmt, so lassen sich die Tage, an welchen die kleinste, mittlere und größte Wärme eintritt, mit Leichtigkeit angeben. Für die Extreme erhalten wir nämlich die Gleichung

$$0 = u' \cos(n.30^\circ + v') + 2u'' \cos(n.60^\circ + v'')$$

Da man die Wurzeln dieser Gleichung sehr nahe kennt, so ist meinen Erfahrungen zufolge das einfachste Verfahren, dieselben scharf zu bestimmen, folgendes. Entwickeln wir den obigen Ausdruck und setzen $n.30^\circ = z$, so wird

$$0 = u' \cos v' \cos z - u' \sin v' \sin z + 2u'' \cos v'' \cos 2z - 2u'' \sin v'' \sin 2z.$$

Drückt man hier $\cos z$ und $\cos 2z$ durch $\sin z$ und $\sin 2z$ aus, setzt sodann $\sin z = x$, so erhält man nach Ausführung der nöthigen Reductionen die Function

$$fx = x^4 + Ax^3 + Bx^2 + Cx + D.$$

Nehmen wir das Differenzialverhältniß derselben und bezeichnen dieses mit Lagrange durch $f'x$, so wird

$$f'x = 4x^3 + 3Ax^2 + 2Bx + C.$$

34) Mémoires de l'Acad. des Sc. de l'Institut de France VII, 300.

ird in beide der erste angenäherte Werth x' von x gesetzt, und zeichnen wir dann den Quotienten $\frac{fx}{f'x}$ durch z, so wird

$$x' - z$$

n zweiter angenäherter Werth von x, mit welchem man ferner ieselbe Operation vornehmen kann. Dieses längst bekannte Verahren für die Auflösung höherer Gleichungen führt hier, wo man ie Wurzeln sehr nahe kennt, weit schneller zum Ziele, als verschiedene andere von mir versuchte Methoden.

Eben so können wir vermittelst der obigen Gleichung die age bestimmen, an denen das Mittel eintritt. Hier wird $T_n = t$, mithin die Gleichung

$$0 = u' \sin(n \cdot 30^\circ + v') + u'' \sin(n \cdot 60^\circ + v''),$$

eren Wurzeln durch dasselbe Verfahren bestimmt werden.

Die oben angegebene Formel setzt voraus, daß das Jahr vom 15ten Januar an gerechnet werde. Wollen wir es mit dem 1sten Januar anfangen, so verwandelt sich dieselbe in folgende:

$$T_n = t + u' \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 30^\circ + v' - 15^\circ\right\} + u'' \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 60^\circ + v'' - 30^\circ\right\}.$$

Werden für die oben erwähnten Orte die Constanten entwickelt, so erhalten wir folgende Ausdrücke:

Enontekis:

$$T_n = -2^\circ,8625 + 16^\circ,620 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 30^\circ + 251^\circ 59'\right\} + 1^\circ,0658 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 60^\circ + 14^\circ 21'\right\}$$

mit dem wahrscheinlichen Fehler $\varepsilon'' (T_n) = 0^\circ,629$.

Christiania:

$$T_n = 5^\circ,3312 + 10^\circ,639 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 30^\circ + 249^\circ 26'\right\} + 1^\circ,1865 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 60^\circ + 44^\circ 29'\right\}$$

mit dem wahrscheinlichen Fehler $\varepsilon'' (T_n) = 0^\circ,302$.

Es ist hier also der kleinste wahrscheinliche Fehler des arithmetischen Mittels aus 25jährigen Beobachtungen, noch größer als die größte Abweichung zwischen dem beobachteten und berechneten Werthe. Und ganz etwas Aehnliches zeigen Bouvard's Messungen in Paris, so daß wir wohl annehmen dürfen, daß die gegebenen Ausdrücke der Natur sehr nahe entsprechen.

Vergleichen wir nun die gefundenen Formeln näher, so zeigen alle eine große Uebereinstimmung unter einander; ein Beweis, daß die Vertheilung der Wärme in Europa, Asien, America und dem südlichen Africa, für mittlere Temperaturen von — 2°,86 bis 25°,03 sehr nahe dasselbe Gesetz befolgt. Bleiben wir zunächst bei dem Coefficienten u' stehen, so läßt sich derselbe sehr leicht allgemein bestimmen. Bezeichnen wir nämlich die Temperatur des wärmsten Monates mit M, die des kältesten mit m, so können wir annehmen, es sey

$$u' = \tfrac{1}{2}(M - m).$$

Die folgende Tafel enthält eine Vergleichung dieser beiden Größen an den obigen Orten:

Ort	u'	$\frac{1}{2}(M-m)$	Unterschied
Enontekis	16,620	16,695	+ 0°,075
Christiania	10,639	10,595	— 0,044
Upsala	10,980	11,280	+ 0,300
Fort Sullivan	11,449	11,785	+ 0,336
Manchester	6,718	6,555	— 0,163
Paris	8,044	8,280	+ 0,236
Turin	11,156	11,180	+ 0,024
Padua	11,686	11,795	+ 0,109
Rom	8,133	7,945	— 0,188
Capstadt	4,845	5,105	+ 0,260
Fort Johnston	8,440	8,105	— 0,335
Abusheher	9,384	9,445	+ 0,061

Die Unterschiede zwischen beiden Größen zeigen durchaus kein von der Polhöhe abhängiges Gesetz; bald ist $\frac{1}{2}(M-m)$ kleiner, bald größer als u'; wenn beide Größen nicht vollkommen gleich seyn sollten, so möchte u' wohl etwas kleiner seyn als $\frac{1}{2}(M-m)$,

wenigstens ist die Summe der positiven Differenzen etwas größer, als die der negativen.

Nicht minder groß ist die Uebereinstimmung zwischen den Werthen des Hülfswinkels v'. Es beträgt derselbe nämlich

Enontekis	251° 59′
Christiania . . .	249. 26
Upsala	251. 23
Fort Sullivan . .	243. 31
Manchester . . .	249. 46
Paris	251. 13
Turin	252. 41
Padua	245. 52
Rom	246. 21
Capstadt	249. 38
Fort Johnston . . .	250. 31
Abusheher . . .	247. 47

Die Unterschiede zwischen den einzelnen Werthen dieses Winkels scheinen ihren Grund darin zu haben, daß die mittleren Temperaturen der einzelnen Monate noch nicht durch eine hinreichende Anzahl von Beobachtungen bestimmt sind, wenigstens zeigen diese Größen keine Spur einer Abhängigkeit von der Polhöhe oder mittleren Wärme. Wir können daher ohne großen Fehler annehmen, daß der mittlere Werth von v', nämlich 248° 54′, der Natur entspreche.

Schwieriger ist die allgemeine Bestimmung der beiden Constanten u'' und v''; da das Glied, in welchem diese Größen vorkommen, stets nur einen sehr geringen Einfluß auf die Bestimmung der mittleren Wärmegrade hat, da ferner die Unregelmäßigkeiten im Gange der Temperatur einen größeren Einfluß auf die Werthe von u'' und v'', als auf die von u' und v' zu äußern scheinen; so ist leicht begreiflich, daß die Differenzen zwischen den Werthen von u'' und v'' größer seyn werden, als dieses bei u' und v' der Fall war. Ich glaube indessen, daß wir uns nicht viel von der Wahrheit entfernen, wenn wir annehmen, es sey u'' eben so wie u' eine Function von M—m; setzen wir

der Einfachheit wegen, es ſey $u'' = p\,(M - m)$, ſo wird nach einem Mittel aus den oben gefundenen Größen ſehr nahe

$$u'' = \tfrac{1}{30}\,(M - m).$$

Stellen wir die Werthe von v'' zuſammen, ſo erhalten wir folgende Tafel:

Enontekis	374° 21′
Chriſtiania	404. 29
Upſala	390. 15
Fort Sullivan	331. 3
Mancheſter	342. 32
Paris	314. 31
Turin	313. 41
Padua	351. 17
Rom	356. 14
Capſtadt	327. 43
Fort Johnſton	378. 20
Abuſcheher	322. 20

Nehmen wir das Mittel dieſer Größen, ſo erhalten wir

$$v'' = 353°\,46'.$$

Bezeichnet demnach t die mittlere Temperatur eines Ortes, M und m die des wärmſten und kälteſten Monates, ſo können wir die dem nten Monate entſprechende Temperatur ausdrücken durch

$$T_n = t + \tfrac{1}{2}\,(M - m)\,\sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\,30° + 248°\,54'\right\} + \tfrac{7}{30}\,(M - m)\,\sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\,60° + 353°\,46'\right\} \quad (A)$$

Ich habe an einem andern Orte [36]), die nach dieſer allgemeinen Formel berechneten Werthe mit den beobachteten Größen verglichen und darnach zeigen beide eine gute Uebereinſtimmung.

Stellen wir die Tage zuſammen, an denen die Extreme eintreten, ſo erhalten wir

Enontekis	20 Januar	26 Julius
Chriſtiania	17 Januar	20 Julius
Upſala	16 Januar	21 Julius

36) Schweigger Jahrb. I. I.

Fort Sullivan	24 Januar	29 Julius
Manchester	12 Januar	27 Julius
Paris	15 Januar	28 Julius
Turin	3 Januar	27 Julius
Padua	15 Januar	26 Julius
Rom	16 Januar	1 August
Capstadt	6 Januar	4 August
Fort Johnston	18 Januar	21 Julius [37])
Abusheher	12 Januar	18 Julius.

Mir scheinen die obigen Größen durchaus keine Abhängigkeit von der Polhöhe zu zeigen, obgleich dieses mehrfach namentlich von Lindenau angenommen ist [38]). Nehmen wir das arithmetische Mittel dieser Größen, so erhalten wir für den

kältesten Tag des Jahres	14 Januar
wärmsten Tag des Jahres	26 Julius.

Stellen wir die Tage zusammen, an denen die Mittel eintreten, so erhalten wir

Enontekis	28 April	22 October
Christiania	3 Mai	14 October
Upsala	22 April	18 October
Fort Sullivan	26 April	26 October.
Manchester	27 April	23 October
Paris	18 April	19 October
Turin	18 April	26 October
Padua	20 April	15 October
Rom	1 Mai	24 October
Capstadt	19 April	21 October
Fort Johnston	21 April	18 October
Abusheher	23 April	22 October.

Auch hier zeigt sich keine Spur einer Abhängigkeit von der Polhöhe oder sonstigen Beschaffenheit des Klimas. Christiania und

37) Ich habe die Monate in Capstadt der allgemeinen Uebersicht wegen eben so geordnet als in der nördlichen Halbkugel, eigentlich sind die Tage der 4te Februar fürs Maximum und der 6te Julius fürs Minimum.

38) Lindenau in Zach's monatlicher Correspondenz XV, 50.

Rom sind die beiden Punkte, an welchen die mittlere Temperatur im Frühlinge am spätesten eintritt. Wir können ohne Fehler d Mittel der obigen Größen nehmen, dann sind diejenigen Tage an denen die mittlere Wärme eintritt,

24 April und 21 October.

Humboldt, welcher sich mit derselben Untersuchung beschäftigt hat [39]), bestimmt die Tage, an denen die mittlere Temperatur eintritt, nicht näher; er sagt nur, dieselben liegen in Ofen zwischen den 15ten und 20sten April und 15ten und 20sten October, in Mailand zwischen den 10ten und 15ten April und 18ten bis 23sten October. Begreiflich wird es übrigens hiernach daß die mittleren Temperaturen des April und October sehr nahe der mittleren Wärme des Jahres gleich seyn müssen, wie dieß schon früher Kirwan [40]), und späterhin v. Humboldt (l. c. behaupteten. Die Lage der Tage zeigt indessen, daß die mittlere Wärme des April im Allgemeinen etwas zu groß seyn wird. Weit mehr stimmt die mittlere Wärme beider Monate mit der jährlichen überein. Wie groß die Differenzen dieser Wärmegrade seyen, zeigt folgende Tafel, in welcher ich nur die Unterschiede zwischen den Wärmegraden dieser Monate und der mittlern Jahreswärme mittheile. Das Zeichen + bedeutet, daß das jährliche Mittel kleiner ist, als die Wärme des Monates, mit welchem es versehen ist.

Ort	April	October	Mittel
Enontekis	— 0°,14	+ 0°,36	+ 0°,11
Christiania	— 2,82	— 0,40	— 1,61
Upsala	— 0,81	+ 0,64	+ 0,07
Fort Sullivan	— 1,79	+ 2,42	+ 0,33
Manchester	— 0,76	+ 0,63	— 0,06
Paris	— 0,96	+ 0,56	— 0,20
Turin	— 0,31	+ 0,99	+ 0,54
Padua	— 0,78	— 0,13	— 0,46
Rom	— 1,75	+ 1,12	— 0,31
Capstadt	— 0,77	+ 0,33	— 0,22
Fort Johnston	— 0,86	+ 1,18	+ 0,16
Abusheher	— 1,56	+ 2,40	+ 0,42

Durch

39) Mémoires d'Arcueil III, 554.

40) Kirwan phys. chem. Schriften von Crell III, 129.

Durch die Bestimmung dieser Tage werden wir in den and gesetzt, die Gränzen der einzelnen Jahreszeiten genau zu ren. In mittleren und höheren Breiten entscheidet man benntlich im Allgemeinen die vier Jahreszeiten Winter, Frühg, Sommer und Herbst, und man giebt ihnen gewöhnlich eiche Länge. Nur scheint man darüber uneinig, welche Monte man zu den einzelnen Jahreszeiten rechnen solle. Die Eintheilung der Astronomen, nach welcher Anfang und Ende einer den dieser Jahreszeiten mit den entsprechenden Solstitien oder equinoctien zusammenfällt, scheint in der Meteorologie nicht auchbar; sie ist es schon aus dem Grunde nicht, weil z. B. der Winter im Allgemeinen mit dem 21sten December, also mitten in nem Monate anfängt, die Resultate meteorologischer Beobachngen aber meistens nach einem Mittel der ganzen Monate gehen werden. Daher haben ältere und selbst neuere Meteorogen [41]) den Winter vom 1sten Januar an gerechnet, und zu der Jahreszeit dann drei Monate gezählt. Jedoch zeigen die vorhergehenden Tage, daß diese Eintheilung wenig naturgemäß t. Verstehen wir einmal unter dem Winter die kalte Jahreszeit, so müssen wir derselben eine solche Lage im Jahre geben, daß ie charakteristischen Eigenthümlichkeiten derselben in der Mitte am meisten hervortreten. Geben wir daher allen Jahreszeiten eine gleiche Länge von drei Monaten, so müssen wir zum Winter die drei Monate December, Januar und Februar, zum Frühlinge die Monate März, April und Mai, zum Sommer die drei Monate Junius, Julius und August, zum Herbste die drei Monate September, October und November rechnen. Hier liegt der Tag der größten, mittleren und kleinsten Wärme sehr nahe in der Mitte einer jeden Jahreszeit, denn die Abweichungen betragen wenige Tage, welche wir da übersehen dürfen, wo wir nur ganze Monate vergleichen wollen. Diese schon von vielen besseren Meteorologen angenommene Eintheilung des Jahres, deren wir uns in der Folge stets bedienen werden, verdient allgemeine Berücksichtigung.

Verschiedene andere Meteorologen haben Eintheilungen des Jahres vorgeschlagen, welche von den erwähnten abweichen. So

41) Wie Gasparin in seiner Abhandlung über den Regen, s. Regen.

nimmt Lampadius für die Erde im Ganzen folgende Jahreszeiten an: [42])

1) den immerwährenden Sommer in der Nähe des Aequators, nur durch die Regenzeit auf einige Monate unterbrochen;

2) den Wechsel zwischen Frühling und Sommer in der Nähe der Wendekreise;

3) den Wechsel zwischen Frühling und Sommer, Herbst und Winter zwischen den Breiten von 30° und 60°;

4) Den Wechsel zwischen Sommer und Winter in der Nähe der Wendekreise zwischen den Breiten von 60° und 75°;

5) den immerwährenden Winter in der Nähe der Pole, welcher nur durch einige seltene Frühlingstage unterbrochen wird.

Wenn wir verschiedene Klimate mit einander vergleichen wollen, so mag diese Eintheilung des Jahres immerhin angewendet werden, zu allgemeiner Vergleichung der Erfahrungen in verschiedenen Jahreszeiten ist sie unbrauchbar. Winde, Hydrometeore, Electricität, Barometerschwankungen zeigen ebenfalls Abhängigkeit von den Jahreszeiten, und dieselben haben dasselbe Recht zur Fixirung derselben als die Wärme. Wollten wir dann aber hiernach das Jahr aufs Neue mittheilen, so würde ein Chaos von Abschnitten erhalten werden, durch welches man sich nur mit Mühe durcharbeiten würde. Bleiben wir aber beim Gange des Thermometers stehen, so folgt dieses außerhalb der Wendekreise unveränderlich denselben Gesetzen, indem es alljährlich vom Minimum bis zum Maximum auf dieselbe Art steigt; wollen wir den absoluten Stand berücksichtigen und namentlich darauf achten, wie lange das Thermometer sich über oder unter dem Mittelpunkte der Scale befindet, so würde fast jeder Ort seine eigenen Jahreszeiten haben, ja der Engländer, welcher auf seinem Fahrenheitischen Thermometer unsern Nullpunkt mit 32 bezeichnet, würde eine ganz andere Eintheilung erhalten als wir; die Russen, welche sich noch häufig des Thermometers von de

42) Lampadius Atmosphärologie S. 225.

ſsle bedienen, bei welchem der Siedepunkt des Waſſers mit 0, Thaupunkt des Eiſes mit 160 bezeichnet wird, erhielten gar ne Abtheilung dieſer Art. Nehmen wir endlich darauf Rückt, daß der Winter diejenige Jahreszeit iſt, in welcher man ert, ſo iſt dieſer Maaßſtab eben ſo unſicher. Während ſich r Eskimo bei einer Temperatur von 10 bis 15° über Hitze beiwert, klagt der Bewohner Africas dann über ſchneidende Kälte. as Gefühl von Wärme und Kälte bleibt allenthalben auf der de gleich, wenn auch die Thermometerſtände ſehr ungleich ſind.

Eine andere Eintheilung des Jahres hat Wucherer geben [43]); er theilt nämlich das Jahr in einen natürlichen ommer (6. Mai bis 22. September), Herbſt (23. September 1. November), Winter (2. November bis 21. März) und ühling (22. März bis 5. Mai); wonach Winter und Sommer 40, Frühling 45 und Herbſt 40 Tage dauern. Die ungleiche auer dieſer Jahreszeiten macht die Vergleichung aller übrigen erhältniſſe ſchwierig, und es iſt wenig wahrſcheinlich, daß dieſe eſtimmung allgemeinen Beifall finden möchte.

Zeigt uns die bisher geführte Unterſuchung, daß die Wärme ch in höheren Breiten ungeachtet aller Schwankungen denſelben eſetzen in ihrer Abnahme und in ihrem Wachſen folge, ſo erhält noch ein neues Intereſſe dadurch, daß ſie uns in den Stand ſetzt, e mittleren Temperaturen von Orten annähernd zu beſtimmen, welchen der Thermometerſtand kein ganzes Jahr aufgezeichnet . Reiſende haben an ſehr vielen Punkten außerhalb Europa s Thermometer einen oder mehrere Monate beobachtet; ſpäthin beſuchten andere Europäer dieſelben Orte und wiederholten eſe Arbeit, aber nur an wenigen Punkten haben wir Aufzeichngen, welche die Zeit eines ganzen Jahres umfaſſen. Haben ie Reiſenden zufällig im Januar und Julius beobachtet, dann at die Herleitung der mittleren Temperatur keine Schwierigkeit; ieſe ſcheint größer zu ſeyn, wenn in beliebigen anderen Monaten eobachtet worden iſt. Wenn wir jedoch erwägen, daß die Aenerungen der Temperatur von einem Monate bis zum folgenden on dem Werthe von M — m abhängen, ſo ſind wir im Stande,

43). Wucherer die Sommertemperatur zu Karlsruhe. 4. Karlsruhe 1822. S. 52.

letztere Größe aus der ersten herzuleiten. Vergleichungen, welche ich an Orten angestellt habe, deren mittlere Temperaturen durch länger fortgesetzte Beobachtungen gefunden sind, zeigen, daß dieses Verfahren Resultate giebt, welche der Wahrheit sehr nahe kommen. Ich begnüge mich damit, die Richtigkeit dieser Methode an zwei Orten zu zeigen.

Nach fünfjährigen Beobachtungen von Marabitti ist die mittlere Temperatur von Palermo 16°,77 [44]). Gesetzt, es wäre dort nur drei Monate beobachtet, etwa im Januar, Mai und September, so läßt sich das Jahresmittel aus diesen annähernd bestimmen. Es ist die Temperatur im

Januar	10°,78	
Mai	17,71, Unterschied	6°,93
September	21,57 . . .	3,86.

Die Summe der Unterschiede beträgt demnach 10°,79. Wir dürfen eben diese Summe nur an einem andern Orte, wo die Größe von M — m bekannt ist, aufsuchen. In Rom haben wir nun folgende Temperaturen:

Januar	7°,78	
Mai	17,77, Unterschied	9°,99
September	20,76 . . .	2,99.

Die Summe der Unterschiede ist 12°,98. Der Werth von M — m ist in Rom 15°,89, er wird also in Palermo in dem Verhältnisse von 12°,98 zu 10°,79 kleiner, mithin 13°,24. Setzen wir diesen Werth in den oben gegebenen allgemeinen Ausdruck (A), so können wir die mittlere Wärme sehr leicht finden: bezeichnen wir diese nämlich mit x, so wird, da T_n gegeben ist, für den

Januar	$10°,78 = x - 6°,40$
Mai	$17,71 = x + 2,24$
September	$21,57 = x + 4,16.$

Addiren wir diese drei Gleichungen zusammen, und dividiren die Summe durch 3, so wird $x = 16°,69$, was mit der durch Beobachtung gefundenen Größe 16°,77 vollkommen übereinstimmt.

---

44) Schouw Pflanzengeographie S. 212.

lung der Wärme auf der Erdoberfläche wirksam, so würden te am Meere wärmere Winter haben, als die im Innern des ntinentes liegenden; während die Temperatur des Winters in inburgh 3°,4 beträgt, sinkt sie in Moscau bis — 11°,8.

Eben so wie die Temperatur im Laufe des Tages oder des hres mit der Hitze der Sonne größer oder kleiner wird, hängt ch die mittlere Wärme verschiedener Orte von der Breite ab. m Allgemeinen können wir annehmen, daß sie desto größer ird, je näher wir dem Aequator kommen. Wir werden in der olge sehen, daß sie in derselben Breite nicht allenthalben gleich ; sie ist kleiner an der Ostküste Americas oder im Innern des ten Continentes, als an der Westküste von Europa. Wollen wir her diese Wärmeänderung genauer untersuchen, so dürfen wir ur solche Orte wählen, welche gegen Meer und Festland nahe ieselbe Lage haben. Hier begnüge ich mich damit, die Wärmeırade einiger Orte an der Ostküste des alten Continentes und eines n Südamerica liegenden mitzutheilen, damit sich diese Aendeıung im Allgemeinen übersehen lasse.

Ort	Breite	Temperatur
Cumana [46])	10° 27′ N.	27°,6
Teneriffa [47])	28. 28	21,9
Lissabon [48])	38. 43	16,5
la Rochelle [49])	46. 9	11,7
Paris [50])	48. 50	10,8
London [51])	51. 30	10,5
Kendal [52])	54. 17	8,1
Nord-Cap [53])	70. 0	0

46) Humboldt Voyage XI, 7.

47) Escolar bei Buch Canarische Inseln S. 65.

48) Franzini bei Balbi Essai statistique sur Portugal I, 90.

49) 9jähr. Beob. von Seignette in den Mannheimer Ephemeriden von mir berechnet.

50) Die oben mitgetheilten Beobachtungen von Bouvard.

51) 3jähr. Beob. von Daniell und 3jähr. Beob. der Königl. Soc. von mir berechnet.

52) 5jähr. Beob. Dalton's bei Buch Canarische Inseln S. 79, und 3jähr. Beob. von Marshall in einzelnen Heften des Edinburgh Journal of Science.

53) Buch Reise nach Norwegen II, 416.

Aber nicht bloß mit der Entfernung von dem Aequator, auch mit der Erhebung über der Erdoberfläche nimmt die Wärme nach einem bisher noch nicht allgemein aufgefundenen Gesetze ab. Schon ältere Reisende hatten hierauf vielfach aufmerksam gemacht, aber erst Horaz v. Saussure bemühte sich den Gegenstand auf experimentellem Wege genauer zu ergründen, indem er die Größe zu fixiren suchte, um welche man in die Höhe steigen muß, wenn das Thermometer um eine beliebige Größe sinken soll [54]). Wenn wir aber diese Größe bestimmen wollen, so müssen die Instrumente stets einige Fuß vom Boden hängen, damit die Strahlung auf ihre Angaben keinen bedeutenden Einfluß habe, weil sich in der Nähe des Bodens häufig in einer Höhe bis zu 3 Fuß Differenzen zeigen, welche man sonst nur bei Höhenunterschieden von mehreren hundert Toisen antrifft [55]). Aus vielen auf den Alpen angestellten Messungen glaubt Saussure folgern zu dürfen, daß die Höhe, in welcher das Thermometer um 1° C sinkt im Sommer 80, im Winter 94,1 Toisen beträgt, so daß also die Wärme im Sommer weit schneller abnimmt, als im Winter, und eben dieses bestätigen gleichzeitige in Genf und auf dem Sanct Bernhard angestellte Thermometerbeobachtungen. Im Durchschnitte können wir für mittlere Breiten und auf Bergen annehmen, daß etwa 90 bis 100 Toisen dazu gehören, wenn das Thermometer 1° sinken soll. In freier Luft scheint diese Abnahme etwas schneller zu erfolgen. Auf seiner Luftreise fand Gay-Lussac, daß die Wärmedifferenz für einen Höhenunterschied von 1333 Toisen 18°,1 betrage, wovon auf einen Grad eine Höhe von 73t,5 kommen würde [56]). Dieses Resultat, welches wir in der Folge noch näher prüfen werden, wird durch die schätzbaren Untersuchungen Humboldt's bestätigt. Dieser fand, daß die Wärme über Bergebenen und größeren Bergmassen langsamer abnehme, als auf isolirten Bergspitzen. So müssen wir auf den Gebirgen von Quito, Popayan, Santa Fé de Bogota und Mexico 128,7 Toisen in die Höhe steigen, wenn

54) Saussure Reisen durch die Alpen IV, 89. §. 923.

55) Parrot Physik der Erde S. 399. Vgl. Scoresby Reise auf den Wallfischfang S. 239.

6) Gilbert's Annalen XX, 15.

Wärme um 1° abnehmen soll, während diese Größe nach iem Mittel der Beobachtungen auf dem Coffre de Pérote, Ne- ido de Toluca, Silla de Caraccas, Fuerta de la Cuchilla, uadaloupe, Pichincha, Chimboraſſo und Pic von Teneriffa nur 8t,2 beträgt [57]), und letztere Größe glaubt Humboldt als llgemeingültig für die Wendekreiſe annehmen zu können [58]).

Ob dieſe Abnahme eine arithmetiſche Progreſſion befolge, t eine Frage, die wir hier nicht näher erörtern wollen. Es heint jedoch, als ob dieſe Abnahme in bedeutenden Höhen ſchnel- r erfolge, wie ſowohl die Unterſuchungen Humboldt's als uch die Erfahrungen Gay-Luſſac's anzudeuten ſcheinen [59]).

Schon der Umſtand, daß die Wärme im Sommer in mitt- ren Breiten weit ſchneller abnimmt als im Winter, macht es enig wahrſcheinlich, daß die Höhe, welche erforderlich iſt, da- mit das Thermometer um 1° ſinke, allenthalben auf der Erde leich ſey. Die Beſchaffenheit des Bodens ſpielt eine bedeutende Rolle. So ſcheint es, als ob die Wärme im Innern der Conti- nente, wenigſtens im Sommer, weit ſchneller ſinke, als oben ngegeben wurde. Dieſes geht aus einigen von Wahlen- berg mitgetheilten Meſſungen hervor [60]). Gleichzeitige Ther- mometerbeobachtungen zu Ofen (79t,5 über dem Meere) und zu Kesmark in Ungarn (305t über dem Meere) geben für die mittlere Wärme von Ofen 15°,8, für die von Kesmark 10°,4. Da der Stand der Inſtrumente vom 11ten Auguſt bis 10ten October aufgezeichnet wurde, ſo dürfen wir wohl annehmen, daß ein gro- ßer Theil der zufälligen Anomalien entfernt iſt. Hiernach nun würde die Wärme für einen Höhenunterſchied von 45 Toiſen um 1° ſinken. Es wird hiernach wahrſcheinlich, daß die Wärme über den weit ausgedehnten Sandwüſten von Aſien und Africa bei weitem ſchneller abnehme, als dieſes in der Schweiz oder America der Fall iſt.

57) Humboldt in Gilbert's Annalen XXXI, 369. und Voyage I, 306.

58) Humboldt Geographie des plantes p. 85.

59) Humboldt Geographie des plantes p. 84. und in den Mémoires d'Arcueil III, 579.

60) Wahlenberg Flora Carpathorum p. XCIV.

Dritter Abschnitt.

Von den Winden.

Wir haben bisher den Gang der Wärme im Allgemeinen mit Ueberſehung aller ungewöhnlichen Störungen betrachtet; wenn man indeſſen das Thermometer längere Zeit an einem Orte beobachtet, ſo erkennt man ſehr bald, daß daſſelbe ſehr vielen Oscillationen unterworfen iſt. Vergleicht man gleichzeitige Meſſungen an mehr oder weniger entfernten Punkten, ſo wird die Zahl der Anomalien noch größer; bald iſt der Gang der Inſtrumente übereinſtimmend, bald ſinkt es an dem einen Orte ſehr ſchnell, während es an dem zweiten eben ſo bedeutend ſteigt. Sind dieſe Temperaturdifferenzen an mehr oder weniger entfernten Orten bedeutend, dann bleibt die Atmoſphäre nicht länger im Zuſtande der Ruhe, es erfolgen mehr oder weniger lebhafte Störungen derſelben, welche wir mit dem Namen Winde bezeichnen.

Das Gleichgewicht der Atmoſphäre kann durch Wärmedifferenzen auf mancherlei Art aufgehoben werden, ich begnüge mich hier einen der einfachſten Fälle zu betrachten, welcher dem Vorgange in der Natur meiſtens entſprechen möchte. Es ſey AB (Fig. 6) die Oberfläche der Erde, welche wir uns eben ſo wie die Gränze der Atmoſphäre CD als eine Ebene vorſtellen wollen; es bezeichne AC die Höhe der Atmoſphäre. Die Wärme ſey über AB allenthalben in gleicher Höhe genau gleich, ſo wird der von uns betrachtete Theil des Luftkreiſes in vollkommener Ruhe, ſeine Oberfläche CD allenthalben horizontal ſeyn; befinden ſich an beliebigen Punkten zwiſchen A und B in gleicher Höhe über AB Barometer, ſo werden dieſe einen gleichen Stand haben. Wir wollen nunmehr annehmen, die Luft über AE werde weit ſtärker erwärmt, als über EB, möge der Boden ſo beſchaffen ſeyn, daß die Sonnenſtrahlen dort lebhafter einwirken können, oder mögen

ewölkung des Himmels über EB die Wirkung der Sonnenstrah-
n verhindern. Ist dieses der Fall, so erhält die Luftsäule über
E wegen der vermehrten Ausdehnung eine größere Höhe; ihre
berfläche wird GH, während die der Luftmasse über EB un-
erändert bleibt. So haben wir also ein Fluidum, dessen Ober-
äche nicht mehr allenthalben horizontal ist, es werden daher
othwendig Bewegungen erfolgen müssen. Ein Theil der über
E befindlichen Luftmasse fließt ab und lagert sich über EB, bis
ndlich IK wieder die gemeinsame Oberfläche geworden ist. Noth-
endig muß ein in A befindliches Barometer sinken, während
as in B befindliche steigt. Aber jetzt kann das Gleichgewicht der
uftmassen in der Nähe des Bodens nicht mehr fortbestehen. Da
ie Lufttheilchen über EB einen größeren Verticaldruck erleiden,
ls die über AE befindlichen, so üben sie auch einen größeren
Seitendruck aus, als die letzteren, und es wird daher unten die
uft von BE nach AE strömen.

Diese einfache Betrachtung, nach welcher in den oberen Regionen ein Luftstrom von der wärmeren Gegend nach der käl-
teren geht, während unten das Gegentheil erfolgt, ist eine der wichtigsten Ursachen der Winde [1]) und dadurch von sehr vielen andern Erscheinungen. Es wird hiebei freilich vorausgesetzt, daß die Luftmassen ihre Lateralbewegung genau horizontal ausführen, was nicht immer der Fall seyn dürfte; bisher aber fehlt es uns durchaus an Beobachtungen über die Neigung der Winde gegen den Horizont, ja sogar an Mitteln dieselbe zu messen. Eben so wenig dürfen wir annehmen, daß stets ein Austausch der Luftmassen zwischen denselben Gegenden erfolge, so daß der obere Wind dem untern diametral entgegengesetzt sey. Wir werden in der Folge mehrmals Gelegenheit haben zu zeigen, daß zwischen den Luftmassen sehr entfernter Gegenden ein inniger Verkehr Statt findet, und so kann es geschehen, daß z. B. der von Deutschland ausgehende Luftstrom sich nach dem Innern von Rußland verbreitet, während der untere vom atlantischen Meere, also aus derselben Richtung kommt, indem der von der Mitte Rußlands ausgehende sich vielleicht nach Sibirien oder einer andern Gegend verbreitet. Begreiflich wird es übrigens aus dem Gesagten,

1) De Luc recherches I, 192.

daß der Barometerſtand über AE und EB ſo lange ungleich i als dieſer Zuſtand noch fortdauert; erſt wenn die ſtärkere E wärmung über AE aufhört, wird nach einiger Zeit das Glei gewicht wieder hergeſtellt werden, obgleich die Bewegung n einige Zeit fortdauert, wenn die wirkende Urſache verſchwu den iſt.

Uebrigens bedarf es wohl kaum eines Beweiſes, daß gera daſſelbe erfolgt, wenn die Luftmaſſe über AE dieſelbe Temperat behält, während die über EB befindliche ſtark erkaltet wird.

So einfach das erwähnte Princip jedoch auch iſt, ſo wi die Anwendung deſſelben auf die wirklich beobachteten Erſcheinu gen und namentlich die quantitative Beſtimmung der Geſchwi digkeit im hohen Grade ſchwierig. Ausgezeichnete Analytiker u unter dieſen namentlich d'Alembert [2]), Lindenau [3]) un andere haben ſich mit Löſung des Problemes beſchäftigt. Ein eben ſo ſcharfſinnige als elegante Bearbeitung des Gegenſtande beſitzen wir von Schmidt [4]); da uns die von demſelben ge fundenen Reſultate noch in der Folge mehrmals nützlich ſeyn wer den, ſo will ich dieſe Unterſuchung hier mittheilen.

Wir nehmen eine Röhre ABCD (Fig. 7) an, die bei AC verſchloſſen iſt und mit Luft angefüllt ſeyn mag, welche an dem offenen Ende BD herausſtrömen kann. In der Mitte der Röhre ziehen wir die, die Mittelpunkte der einzelnen Durchſchnitte ver bindende centriſche Linie EF, und nehmen an, daß alle Luftthei chen in einem auf der centriſchen Linie ſenkrecht ſtehenden Durch ſchnitte GHKL gleiche Geſchwindigkeit $= v$ beſitzen. Dieſen Durchſchnitt, welcher eine unendlich kleine Dicke NM beſitzt, wol len wir als Element der Luftmaſſe anſehen. Iſt nun die Dich tigkeit der zu irgend einer Zeit in der Röhre befindlichen Luft maſſe $= \varrho$, die Grundfläche des Durchſchnittes $GH = y$, die

2) d'Alembert reflexions sur la cause générale des vents. 4. Paris 1747.

3) Lindenau in v. Zach's monatlicher Correspondenz XII und XV.

4) Schmidt mathem. u. phys. Geogr. II, 332 fg. vergl. Brau des Beiträge S. 69 u. a. a. O.

icke desselben = ds, so ist die in dem Durchschnitte enthaltene ftmasse dm = ρyds. Ist nun p der Druck der Luft auf eine s Einheit angenommene Fläche, so ist der Druck auf die Fläche H = py; da nun p im Allgemeinen eine Function des Bogens er centrischen Linie EN = s seyn muß, so wird, da wir die lächen HG und KL als gleich groß ansehen können, der Druck uf die Fläche KL = $(p + \frac{dp}{ds} ds).y$. Der erste Druck geschieht ach der Richtung NM, der zweite nach MN, und wenn wir aher beide von einander subtrahiren, so wird der Ueberschuß, elcher nach der Richtung NM wirkt = $-y\frac{dp}{ds}.ds$ oder los = $-ydp$. Dieses ist die bewegende Kraft, und wenn iese durch die Masse ρyds des Elementes dividirt wird, so erhal- en wir für die beschleunigende Kraft $-\frac{dp}{\rho ds}$; aber letztere ist be- annlich gleich dem Differential der Geschwindigkeit v, dividirt urch das Differential der Zeit t; wir haben mithin $-\frac{dp}{\rho ds}$ $= \frac{dv}{dt}$ oder

$$-dp = \frac{dv}{dt} . \rho ds. \qquad (1)$$

Nehmen wir der Einfachheit halber an, die Luft habe in der gan- zen Röhre dieselbe Dichtigkeit, so läßt sich die Geschwindigkeit an einer beliebigen Stelle angeben, sobald die an einer einzigen Stelle bekannt ist. Es sey nämlich OPDB das Element, welches zur Zeit t auszuströmen im Begriffe steht und zur Zeit t + dt wirklich ausgeströmt ist, so wird OP in derselben Zeit nach BD gekommen seyn, als HG nach KL; ferner sey ρ die Dichtigkeit zur Zeit t, ρ — dρ, die zur Zeit t + dt, so muß wegen der Gleichheit der Luftmassen, die in den Räumen AHGC und AKLC, so wie AOPC und ABDC enthalten sind, und wegen der gleich- förmigen Dichtigkeit der Luft in der ganzen Röhre

$$AHGC . \rho = AKLC\ (\rho - d\rho)$$
$$AOPC . \rho = ABDC\ (\rho - d\rho)$$

werden. Daraus ergiebt sich

$$\frac{AOPC}{AHGC} = \frac{ABDC}{AKLC}$$

und da

$$AOPC = AHGC + HKLG$$
$$ABDC = AOPC + OBDP$$

ſo erhalten wir

$$\frac{HKLG}{AHGC} = \frac{OBDP}{AOPC} \qquad (2)$$

d. h. die Elemente verhalten ſich an verſchiedenen Stellen der Röhre wie die hinter ihnen liegenden Volumina der Luft in der Röhre.

Bezeichnet nun Y das veränderliche Volumen AHGC, d den Inhalt der Röhre, welchen wir gleich AOPC ſetzen können da nur das ſehr kleine Element OBDP daran fehlt, u die Geſchwindigkeit, mit welcher das Element BDPO ausſtrömt, und den Querſchnitt BD, ſo wird

$$OBDP = QF \cdot n = nudt$$
$$HKLG = NM \cdot y = yvdt.$$

Werden dieſe beiden Werthe in die Gleichung (2) geſetzt und der gemeinſchaftliche Factor dt fortgelaſſen, ſo wird

$$\frac{yv}{Y} = \frac{nu}{A} \text{ d. h.}$$

$$v = \frac{n}{A} \cdot \frac{Y}{y} \cdot u \qquad (3)$$

Differentiiren wir hier, ſo wird

$$dv = \frac{n}{A} \frac{Y}{y} \cdot du + \frac{n}{A} u\, d \cdot \frac{Y}{y}$$

$$\frac{dv}{dt} = \frac{n}{A} \cdot \frac{Y}{y} \cdot \frac{du}{dt} + \frac{n}{A} u\, d. \frac{Y}{y} \cdot \frac{1}{dt}$$

Nun aber iſt $NM = ds = vdt$, alſo $\frac{1}{dt} = \frac{v}{ds}$, und wenn wir hier den Werth von v aus der Gleichung (3) ſubſtituiren,

$$\frac{1}{dt} = \frac{n}{A} \cdot \frac{Y}{y} \cdot \frac{u}{ds}$$

mithin wird

$$\frac{dv}{dt} = \frac{n}{A} \cdot \frac{Y}{y} \cdot \frac{du}{dt} + \frac{n^2}{A^2} \cdot \frac{u^2}{ds} \cdot \frac{Y}{y} \cdot \frac{dY}{y}$$

oder da $\frac{Y}{y}\, d \cdot \frac{Y}{y} = \frac{1}{2}\, d \left(\frac{Y}{y}\right)^2$,

$$\frac{dv}{dt} = \frac{n}{A} \cdot \frac{Y}{y} \cdot \frac{du}{dt} + \frac{n^2}{A^2} \cdot \frac{u^2}{2ds} \cdot d \cdot \left(\frac{Y}{y}\right)^2$$

etzen wir dieſen Werth in die Gleichung (1), ſo wird

$$dp = -\rho \frac{n}{A} \cdot \frac{du}{dt} \cdot \frac{Yds}{y} - \rho \frac{n^2}{A^2} \cdot \frac{u^2}{2} \cdot d\left(\frac{Y}{y}\right)^2$$

m nun den Druck bis zu einem beſtimmten Werthe von s zu halten, müſſen wir die Gleichung von $s = 0$ bis zu dem bestimmten Werthe von s integriren. Wenn wir nun erwägen, aß ρ, $\frac{du}{dt}$, u blos rückſichtlich der Zeit veränderlich ſind, ſo önnen wir ſie bei dieſer Integration als conſtant anſehen, ann wird

$$p = C - \rho \frac{n}{A} \cdot \frac{du}{dt} \int \frac{Yds}{y} - \rho \frac{n^2}{A^2} \cdot \frac{u^2}{2} \left(\frac{Y}{y}\right)^2.$$

bezeichnet nun p' den Druck, welcher im Innern der Röhre der Dichtigkeit ρ entſpricht, ſo wird $p = p'$, wenn $s = 0$. Da erner Y das Volumen bedeutet, ſo wird $Y = \int y ds$, welches ntegral für einen ſehr geringen Werth von s gleich ys wird; ſo ange mithin s ſehr klein bleibt, wird

$$\int \frac{Yds}{y} = \frac{1}{2} s^2, \quad \left(\frac{Y}{y}\right) = s^2$$

Wird $s = 0$, ſo werden beide Integrale gleich Null, mithin wird $p' = C$ und wir erhalten

$$p' - p = \rho \frac{n}{A} \cdot \frac{du}{dt} \int \frac{Yds}{y} + \rho \frac{n^2}{A^2} \cdot \frac{u^2}{2} \cdot \left(\frac{Y}{y}\right)^2 \quad (4)$$

Dehnen wir das Integral bis ans Ende der Röhre aus und bezeichnen das Integral $\int \frac{Yds}{y}$, welches ſich in jedem Falle angeben läßt durch B, ſo wird zugleich $Y = A$, $y = n$, mithin

$$\frac{n^2}{A^2} \cdot \frac{Y^2}{y^2} = 1$$

Strömt nun die Luft in einem andern Raume aus, welcher mit Luft von der Dichtigkeit ρ^0 angefüllt iſt und welcher der Druck p^0 entſpricht, ſo wird $p = p^0$, $Y = A$, $y = n$, $\int \frac{Yds}{y} = B$, folglich verwandelt ſich die vorher gegebene Gleichung (4) in

$$p' - p^0 = \rho \cdot \frac{nB}{A} \cdot \frac{du}{dt} + \rho \frac{u^2}{2} \quad (5)$$

aus welcher die Geſchwindigkeit u der ausſtrömenden Luft als eine Function der Zeit gefunden werden kann.

Hier können wir zunächſt p' und p^0 durch ϱ und ϱ^0 ausdrücken; es iſt nämlich $p' = k\varrho$, $p^0 = k\varrho$, wo k ein conſtanter Coefficient iſt; dadurch wird

$$k(\varrho - \varrho^0) = \varrho \cdot \frac{nB}{A} \cdot \frac{dn}{dt} + \varrho \cdot \frac{u^2}{2} \qquad (6)$$

Um das Integral hievon zu finden, müſſen wir ϱ durch u und t ausdrücken. Iſt nun ϱ die Dichtigkeit der ausſtrömenden Luft zur Zeit t, $\varrho + d\varrho$ die zur Zeit $t + dt$ iſt, ſo iſt $A\varrho$ die Luftmaſſe in der Röhre zur Zeit t, $A(\varrho + d\varrho)$ die zur Zeit $t + dt$; der Unterſchied $— Ad\varrho$ giebt die in der Zeit dt ausgefloſſene Luftmenge, welche $= \varrho nudt$ iſt, da u die Geſchwindigkeit der ausſtrömenden Luftmaſſe bezeichnet. Wir haben mithin

$$Ad\varrho = — n\varrho udt.$$

Es ſey ferner A^0 der Inhalt des Raumes, in welchem ſich die Luft ausbreitet, ihre Dichtigkeit in demſelben zur Zeit t gleich ϱ^0, ſo iſt $A^0\varrho^0$ die in dieſem Raume enthaltene Luftmaſſe; und da keine Luft entweichen kann, ſo iſt die Summe der in beiden Räumen enthaltenen Luftmaſſen $A\varrho + A^0\varrho^0$ eine conſtante Größe. Wenn wir daher die mittlere Dichtigkeit beider Luftmaſſen zuſammen genommen durch Δ bezeichnen, ſo wird

$$A\varrho + A^0\varrho^0 = (A + A^0)\Delta$$

wo Δ eine conſtante Größe iſt, und hieraus ergiebt ſich

$$\varrho^0 = \frac{A + A^0}{A^0}\Delta — \frac{A}{A^0}\varrho.$$

Subſtituiren wir dieſen Werth in die Gleichung (6), ſo wird

$$k \cdot \frac{A + A^0}{A^0}(\varrho — \Delta) = \varrho\left(\frac{nB}{A} \cdot \frac{du}{dt} + \frac{u^2}{2}\right)$$

Wird hier differentiirt und die Gleichung durch ϱdt dividirt, ſo erhalten wir

$$k \cdot \frac{A + A^0}{A^0} \cdot \frac{d\varrho}{\varrho dt} = \frac{d\varrho}{\varrho dt}\left(\frac{nB}{A} \cdot \frac{du}{dt} + \frac{u^2}{2}\right) + \frac{nB}{A} \cdot \frac{d^2u}{dt^2} + u\frac{du}{dt}$$

Aber aus der Gleichung $Ad\varrho = — n\varrho udt$ erhalten wir $\frac{d\varrho}{\varrho dt} = — \frac{nu}{A}$, und ſetzen wir dieſen Werth in die eben gefundene Gleichung und multipliciren mit A, ſo wird

$$— k\frac{A + A^0}{A^0} \cdot un = — un\left(\frac{nB}{A} \cdot \frac{du}{dt} + \frac{u^2}{2}\right) + nB\frac{d^2u}{dt^2} + nA\frac{du}{dt}$$

Mul-

ultipliciren wir diese Gleichung mit du und setzen $\frac{du}{dt} = w$,

$= \frac{dw}{dt} = \frac{wdw}{du}$, so wird

$$Bwdw = udu\left(\frac{n^2B}{A}w + \frac{nu^2}{2}\right) - udu \,.\, Aw - k\frac{A+A^0}{A^0}nudu.$$

sey ferner

$$\frac{u^2}{2} - k\frac{A+A^0}{A^0} = x \qquad \frac{n^2B}{A} - A = E$$

wird udu = dx und

$$nBwdw = (Ew + xn)\,dx \qquad (7).$$

Wir wollen uns jetzt ein prismatisches oder cylindrisches Gefäß stellen, aus dessen Grundfläche die Luft herausströmt und chem die centrische Linie die Axe wird. Die an allen Stellen ich großen Durchschnitte bezeichnen wir mit n, die Länge der e mit l, so wird

$$\int yds = Y = ns, \quad A = nl, \int\frac{Yds}{y} = \tfrac{1}{2}l^2 = B.$$

durch verwandelt sich der eben gegebene Werth von E $-\frac{1}{2}$ nl, und wenn wir diesen in die Gleichung (7) setzen, wird

$$\tfrac{1}{2}l^2wdw = (x - \tfrac{1}{2}lw)\,dx.$$

etzen wir nun

$$2x + lw = \xi, \quad x - lw = \xi'$$

d substituiren alsdann die sich hieraus ergebenden Werthe in die rige Gleichung, so wird

$$\xi d\xi' + 2\,\xi' d\xi = 0.$$

ultipliciren wir diese Gleichung noch mit ξ, so erhalten wir auf r rechten Seite des Gleichheitszeichens das vollständige Differential von $\xi^2\xi'$, mithin wird

$$\xi^2\xi' = c^3.$$

o c^3 die willkührliche Constante ist; setzen wir statt ξ und ξ' re Werthe, so wird

$$(2x + lw)^2\,(x - lw) = c^3. \qquad (8)$$

a nun A den innern, und A^0 den äußern Raum bedeutet, so ird, wenn wir annehmen, daß letzterer gegen die Röhre unend-

Hier können wir zunächst p' v… …ach dürfen wir fe… drücken; es ist nämlich $p' = k\rho$, … Luft im äußern Ra… Coefficient ist; dadurch wird … gegebene Gleichung fü…

$$k(\rho - \rho^0) = \rho \cdot \frac{nB}{A} \; + \frac{1}{2} u^2$$

Um das Integral hievon zu … die Geschwindigkeit der ausströ… ausdrücken. Ist nun ρ … 0 $x = -k$, und zu derselben … zur Zeit t, $\rho + d\rho$ die … dieſen Werth von x in die Gleichung … masse in der Röhre zu … der Unterschied —

Luftmenge, welch… $(k + lw)^2 (-k - lw') = c^3$.

ausströmenden … schwindigkeit, welche die ausströmende Luft … …unterschiedes der Dichtigkeiten annimmt, immer …

Es sey fern… wird u^2 gegen k eine kleine Größe seyn. Setzen … ausbreitet … dann können wir die höheren Potenzen von μ … ist $A^0\rho^0$ … Dann ist zugleich

Luft e… $x = -k + \frac{1}{2} u^2 = -k(1 - \mu)$.

enth… Setzt man diesen Werth von x in die Gleichung (8) und läßt … wir … höheren Potenzen von μ fort, so wird

ge… $-4k^3 + 12k^3\mu + 3kl^2w^2 - 3k\mu l^2w^2 - l^3w^3 = c^3$ (9)

Für den Anfang der Bewegung ist u also auch $\mu = 0$, und … dann $w = w'$ seyn soll, so erhält man

$$c^3 = -4k^3 + 3kl^2w'^2 - l^3w'^3.$$

Es zeigt ferner die Gleichung (6), daß, wenn ρ' den Werth von … zu Anfang der Bewegung angiebt, der Werth von $\frac{du}{dt}$ oder … derſelben Zeit durch die Gleichung

$$k(\rho' - \rho^0) = \rho' \frac{nB}{A} w'$$

ausgedrückt wird, weil in dieſem Falle $u = 0$ ist. In unſerem Falle ist $\frac{nB}{A} = \frac{1}{2}$, folglich

$$lw' = 2k \frac{\rho' - \rho^0}{\rho'}.$$

Hier ist $\frac{\rho' - \rho^0}{\rho'}$ ein ſehr kleiner Bruch, deſſen höhere Potenz… wir überſehen können; bezeichnen wir denſelben mit α, ſo wird

$$c^3 = -4k^3 + 12k^3\alpha^2.$$

Multipliciren wir diese Gleichung mit du und setzen $\frac{du}{dt} = w$, $\frac{d^2u}{dt^2} = \frac{dw}{dt} = \frac{wdw}{du}$, so wird

$$nBwdw = udu\left(\frac{n^2B}{A}w + \frac{nu^2}{2}\right) - udu \,.\, Aw - k\frac{A+A^0}{A^0}nudu.$$

Es sey ferner

$$\frac{u^2}{2} - k\frac{A+A^0}{A^0} = x \qquad \frac{n^2B}{A} - A = E$$

so wird $udu = dx$ und

$$nBwdw = (Ew + xn)\,dx \qquad (7).$$

Wir wollen uns jetzt ein prismatisches oder cylindrisches Gefäß vorstellen, aus dessen Grundfläche die Luft herausströmt und welchem die centrische Linie die Axe wird. Die an allen Stellen gleich großen Durchschnitte bezeichnen wir mit n, die Länge der Axe mit l, so wird

$$\int yds = Y = ns, \quad A = nl, \int\frac{Yds}{y} = \tfrac{1}{2}l^2 = B.$$

Dadurch verwandelt sich der eben gegebene Werth von E in $-\frac{1}{2}nl$, und wenn wir diesen in die Gleichung (7) setzen, so wird

$$\tfrac{1}{2}l^2wdw = (x - \tfrac{1}{2}lw)\,dx.$$

Setzen wir nun

$$2x + lw = \xi, \quad x - lw = \xi'$$

und substituiren alsdann die sich hieraus ergebenden Werthe in die vorige Gleichung, so wird

$$\xi d\xi' + 2\,\xi' d\xi = 0.$$

Multipliciren wir diese Gleichung noch mit ξ, so erhalten wir auf der rechten Seite des Gleichheitszeichens das vollständige Differential von $\xi^2\xi'$, mithin wird

$$\xi^2\xi' = c^3,$$

wo c^3 die willkührliche Constante ist; setzen wir statt ξ und ξ' ihre Werthe, so wird

$$(2x + lw)^2\,(x - lw) = c^3. \qquad (8)$$

Da nun A den innern, und A^0 den äußern Raum bedeutet, so wird, wenn wir annehmen, daß letzterer gegen die Röhre unend-

lich groß sey, $\frac{A+A^0}{A^0}$ nahe gleich 1; hiernach dürfen wir fern annehmen, daß ϱ^0 als Dichtigkeit der Luft im äußern Raum constant sey; dann geht die oben gegebene Gleichung für über in

$$x = -k + \tfrac{1}{2} u^2$$

und da zu Anfang der Zeit t die Geschwindigkeit der ausströmenden Luft $u = o$ ist, so wird $x = -k$, und zu derselben Zeit $w = w'$; substituiren wir diesen Werth von x in die Gleichung (8), so wird

$$(-2k + lw)^2 \ (-k - lw') = c^3.$$

Insofern die Geschwindigkeit, welche die ausströmende Luft vermöge des Unterschiedes der Dichtigkeiten annimmt, immer sehr klein bleibt, wird u^2 gegen k eine kleine Größe seyn. Setzen wir $u^2 = 2\mu k$, dann können wir die höheren Potenzen von μ vernachlässigen. Dann ist zugleich

$$x = -k + \tfrac{1}{2} u^2 = -k(1-\mu).$$

Setzt man diesen Werth von x in die Gleichung (8) und läßt die höheren Potenzen von μ fort, so wird

$$-4k^3 + 12k^3\mu + 3kl^2w^2 - 3k\mu l^2w^2 - l^3w^3 = c^3 \quad (9).$$

Für den Anfang der Bewegung ist u also auch $\mu = 0$, und da dann $w = w'$ seyn soll, so erhält man

$$c^3 = -4k^3 + 3kl^2w'^2 - l^3w'^3.$$

Es zeigt ferner die Gleichung (6), daß, wenn ϱ' den Werth von ϱ zu Anfang der Bewegung angiebt, der Werth von $\frac{du}{dt}$ oder $u\mu$ derselben Zeit durch die Gleichung

$$k(\varrho' - \varrho^0) = \varrho' \frac{nB}{A} w'$$

ausgedrückt wird, weil in diesem Falle $u = 0$ ist. In unserem Falle ist $\frac{nB}{A} = \frac{1}{2}$, folglich

$$lw' = 2k \frac{\varrho' - \varrho^0}{\varrho'}.$$

Hier ist $\frac{\varrho' - \varrho^0}{\varrho'}$ ein sehr kleiner Bruch, dessen höhere Potenzen wir übersehen können; bezeichnen wir denselben mit α, so wird

$$c^3 = -4k^3 + 12k^3\alpha^2.$$

Setzen wir der Analogie nach $lw = 2k\delta$, wo δ im Allgemei- noch kleiner als α und eine veränderliche Größe ist, so verwan- sich die Gleichung (9) bei Fortlassung des Cubus von δ in

$$-4k^2 + 12k^3\mu + 12k^3\delta^2 - 12k^3\mu\delta^2 = c^3.$$

ubstituiren wir den eben gegebenen Werth c^3, so wird

$$\mu + \delta^2 - \mu\delta^2 = \alpha^2$$

d wenn wir hier das Glied $\mu\delta^2$ seiner Kleinheit wegen fortlas- , so wird

$$\delta = \sqrt{(a^2 - \mu)}.$$

in war $u^2 = 2\mu k$, als $u = \sqrt{2\mu k}$, $\frac{du}{dt} = \frac{d\mu}{dt}\sqrt{\frac{k}{2\mu}}$,

glich

$$lw = l\frac{du}{dt} = \frac{d\mu}{dt} \cdot l\sqrt{\frac{k}{2\mu}}$$

d da $lw = 2k\delta$

$$\delta = \frac{d\mu}{dt} \cdot \frac{l}{2k} \cdot \sqrt{\frac{k}{2\mu}}.$$

etzt man diesen Werth von δ in die vorher gegebene Gleichung, wird

$$\frac{d\mu}{dt} \cdot \frac{l}{2k}\sqrt{\frac{k}{2\mu}} = \sqrt{(a^2 - \mu)}$$

id hieraus

$$dt \cdot \frac{2\sqrt{2k}}{l} = \frac{d\mu}{(\sqrt{a^2\mu - \mu^2})}$$

$$t\,\frac{2\sqrt{2k}}{l} = \text{Arc sin}\left(= \frac{\mu}{a^2}\right)$$

o keine Constante nöthig ist, da $t = 0$ für $\mu = 0$ wird. Nimmt an auf beiden Seiten den Sinus, so wird

$$\mu = a^2 \sin t\,\frac{\sqrt{2k}}{l}$$

der da $\mu = \frac{u^2}{2k}$, $\alpha = \frac{\varrho' - \varrho^0}{\varrho^0}$, so erhält man

$$u = \frac{\varrho' - \varrho^0}{\varrho^0}\sqrt{2k \sin t\,\frac{\sqrt{2k}}{l}}$$

Dieser Ausdruck wird ein Maximum, wenn der Sinus des in hm vorkommenden Winkels $= 1$ wird; in diesem Falle wird

$$u = \frac{\varrho' - \varrho^0}{\varrho^0}\sqrt{2k}$$

Nun verhalten sich die Dichtigkeiten bei derselben Wärm wie die Barometerstände, wir können also für ρ' und ρ^0 auch p' und p^0 setzen; nehmen wir ferner an, der Barometerstand sey b einer Wärme von 0° 336‴ und die Atmosphäre habe bis zu ihr obern Gränze dieselbe Dichtigkeit, so wird $k = 24514 . g$ par ser Fuß, wo $g = 30{,}11$ pariser Fuß, die Geschwindigkeit eine von der Schwere beschleunigten Körpers am Ende der ersten Se cunde bezeichnet, so wird

$$\sqrt{2k} = 1215 \text{ pariser Fuß}$$

und hiernach wird

$$u' = \frac{p' - p^0}{p^0} . 1215 \text{ par. Fuß} \qquad (10)$$

Gesetzt also der Barometerstand betrüge bei derselben Wärme a dem einen Orte 336‴, an einem andern 324‴, so würde daraus ein Wind entstehen, welcher eine Geschwindigkeit von etwa 45 Fuß in der Secunde hätte, und dieses würde schon ein Sturm seyn. Hätten aber beide Orte nicht einerlei Tempera tur, sondern wäre dieselbe in der Gegend, wo der höhere Baro meterstand Statt findet, ungewöhnlich niedrig, während sie an der Stelle, wo der Barometerstand klein ist, ungewöhnlich hoch ist, wie dieses fast immer der Fall ist[5]) und auch nach dem Obigen der Fall seyn muß, dann wird die Geschwindigkeit noch bei weitem größer. Gesetzt, es sey $p' = 336‴$ und die Wärme 0°, $p^0 = 324‴$ und die Wärme an diesem Orte 10°; setzen wir hier für ρ' und ρ^0 die entsprechenden Werthe, so wird

$$u' = \frac{336 - 312}{312} . 1215 = 93 \text{ Fuß}$$

also nahe doppelt so groß.

Diese Berücksichtigung der Wärme zeigt uns zugleich, daß sehr wohl Luftströmungen entstehen können, ohne daß man im ersten Momente eine bedeutende Differenz im Barometerstande zu erkennen vermag. Gesetzt, an einem Orte betrage die Wärme 0°, an einem andern 10°, sehen wir dann ρ' als Einheit an, so wird $\rho^0 = 0{,}96$, mithin würde hieraus ein Wind entstehen, wel cher eine Geschwindigkeit von 28 Fuß hätte.

5) S. Barometerschwankungen.

Aus der beobachteten Dauer eines Windstoßes kann man gleich berechnen, wie groß die Strecke ist, auf welcher der höhte Barometerstand, durch den der Wind hervorgebracht wird, tatt findet. Die Gleichung

$$u = \frac{\varrho' - \varrho^0}{\varrho^0} \sqrt{2k \sin t \sqrt{\frac{2k}{l}}}$$

igt nämlich, daß die Geschwindigkeit in zwei Fällen Null wird, dem

$$t\sqrt{\frac{2k}{l}} = 0 \text{ oder } t\sqrt{\frac{2k}{l}} = A.$$

ie ganze Dauer der Zeit, während welcher der Wind bläst, giebt sich also aus der Gleichung

$$t = \frac{\pi l}{\sqrt{2k}}$$

id hiedurch erhält man die gesuchte Länge der Strecke

$$l = \frac{t\sqrt{2k}}{\pi} = \frac{t}{n} . 1215$$

o π die bekannte Ludolphische Zahl 3,141.... ist.

Die bisherigen Betrachtungen setzen uns auch in den Stand, en Druck zu bestimmen, welchen der Wind gegen eine Fläche on gegebener Größe ausübt. Sehen wir nämlich die Räume, us welchen die Luft ausströmt, als unendlich groß an, sind also ie Größen ϱ und ϱ^0 constant, so verwandelt sich der Aus- ruck (6) in

$$\frac{A}{\varrho n B} dt = \frac{du}{k(\varrho - \varrho^0) - \frac{\varrho u^2}{2}}$$

md hievon wird das Integral

$$\frac{A}{nB} t = \sqrt{\frac{\varrho}{2k(\varrho - \varrho^0)}} \cdot \log \frac{\sqrt{2k(\varrho - \varrho^0)} + \sqrt{\varrho} . u}{\sqrt{2k(\varrho - \varrho^0)} - \sqrt{\varrho} . u}$$

vo $u = 0$ für $t = 0$, also keine Constante erforderlich ist. Wenn die Oeffnung n sehr klein ist, so nähert sich die vor dem Gleich- heitszeichen stehende Größe sehr schnell dem Unendlichen; eben dieses muß für den auf der rechten Seite des Gleichheitszeichens stehenden Theil der Fall werden, und dieses geschieht, wenn

$$\sqrt{2k(\varrho - \varrho^0)} = \sqrt{\varrho} . u$$

und hieraus ergiebt sich als Gränze

$$u = \sqrt{2k}\sqrt{\frac{\varrho - \varrho^0}{\varrho}} = 1215\sqrt{\frac{\varrho - \varrho^0}{\varrho}}$$

oder wenn wir für ϱ und ϱ^0 die Barometerstände p' und p^0 setzen

$$u = 1215\sqrt{\frac{p' - p^0}{p'}}$$

und hieraus folgt

$$p' - p^0 = \left(\frac{u}{1215}\right)^2 \cdot p'$$

und hieraus sieht man, daß ein Wind, welcher sich mit einer Geschwindigkeit u bewegt und aus Luft besteht, welche das Barometer auf der Höhe p' erhält, einen Druck hervorbringt, welcher im Stande ist, einer Queckſilberſäule von der Höhe $p' - p^0$ das Gleichgewicht zu halten.

Bei der Beobachtung der Winde müſſen wir vorzüglich ihre Richtung und Geſchwindigkeit aufſuchen. Um die Richtung der Luftſtröme in der Nähe der Erdoberfläche zu finden, bedient man sich der bekannten Windfahnen. Ein flaches Eiſenblech von beliebiger Geſtalt wird an dem einen Ende dergeſtalt befeſtigt, daß es ſich mit Leichtigkeit um eine verticale Axe drehen kann. wird daſſelbe dann vom Winde getroffen, ſo ſtellt es ſich, nach den bekannten Geſetzen vom Stoße, dergeſtalt, daß es genau nach der Richtung zeigt, nach welcher der Wind geht. Wenn man jedoch leicht bewegliche Fahnen ſelbſt auf iſolirten Gebäuden anſieht, ſo findet man, daß dieſe bei einem etwas lebhaften Winde zwar im Allgemeinen die Richtung des Windes angeben, um dieſe mittlere Richtung aber beſtändig oscilliren. Es ſcheint mir aus dieſem Grunde das Verfahren, welches Parrot und Engelhardt bei ihren Meſſungen anwendeten, zu berückſichtigen [6]). Zwei Flächen wurden unter einem Winkel von etwa 45° verbunden, dann die Verbindungsſtelle an der Axe befeſtigt, und dieſe Vorrichtung der Einwirkung des Windes ausgeſetzt. Dieſer wirkte auf beide gleich große Flächen mit gleicher Stärke und ſtellte das Syſtem dergeſtalt, daß die den Winkel halbirende Linie mit der Richtung zuſammenfiel.

6) Engelhardt und Parrot Reiſe in den Caucaſus II, 20.

Um nun die Richtung selbst genau zu finden, schätzt man die Lage der Fahne meistens nach dem Auge ab. Will man genauer verfahren, so werden unter der Fahne einige horizontale Stäbe nach bestimmten Gegenden des Horizontes gestellt, wodurch die Richtung genauer gefunden wird. Es sind mancherlei Vorrichtungen vorgeschlagen, um diese Messung mit Leichtigkeit auszuführen. Namentlich sind die Windfahnen öfter so eingerichtet worden, daß man die Richtung im Zimmer beobachten kann. Die einfachste Vorrichtung dieser Art besteht darin, daß man das Blech an der Axe befestigt, so daß letztere, welche nun in Zapfen ruht, sich zugleich dreht. Ein Zeiger, welcher am untern Ende dieser durch die Decke des Zimmers gehenden Axe befestigt ist und mit dem Bleche in einer Ebene liegt, giebt in jedem Momente die Richtung an. Oefter sind hiezu sehr zusammengesetzte Vorrichtungen vorgeschlagen. An dem untern Ende dieser Axe wurde ein Trilling befestigt, welcher dann in ein oder mehrere mit einander verbundene Räder griff und dadurch einen Zeiger drehte, welcher sich entweder in der Horizontal- oder Verticalebene bewegte [7]).

Sollen diese Windfahnen ihren Zweck erfüllen, so ist erforderlich, daß sie frei stehen. Deshalb eignen sich in Städten die auf der Spitze von Kirchthürmen angebrachten am besten zu diesen Beobachtungen; sind dieselben aber auf gewöhnlichen Wohnhäusern befestigt, so wird die wahre Richtung des Windes oft sehr bedeutend von der Angabe der Windfahnen abweichen, hauptsächlich dadurch, daß in den Straßen, durch welche die Luft gezwängt wird, secundäre Störungen entstehen, welche ebenfalls auf die Windfahne wirken; daher findet man nicht selten in den Angaben von mehreren sonst sehr beweglichen Fahnen, die auf demselben Gebäude stehen, bedeutende Differenzen.

Um die Richtung des Windes zu bezeichnen, bedient man sich der Gegenden des Horizontes, aus denen der Wind kommt. Nur die Italiener machen hier in ihren Tagebüchern zuweilen eine Ausnahme, indem wir oft die Bezeichnungen Tramontane, Levante, Sirocco für Winde treffen, die aus Norden,

7) Mehrere Vorrichtungen dieser Art s. bei Gehler Wörterb. A. A. I, 101. Cotte Traité p. 197 und Mémoires I, 307.

Osten oder Südosten kommen; gut würde es seyn, diese u
ähnliche Bezeichnungen ganz zu verbannen. Im Allgemeinen
es gleichgültig, in wie viel Theile der Horizont bei diesen A
gaben getheilt wird. Die meisten Meteorologen geben 8 o
16 Theile, nur wenige 4 oder 32 Richtungen an. Die e
Zahl ist zu gering, die letztere erschwert wegen der großen Z
von Richtungen die Vergleichung. Mir scheint es am zwec
mäßigsten den Horizont in 16 Richtungen zu theilen und di
dann bei der allgemeinen Uebersicht der Resultate entweder b
zubehalten, oder auf 8 Richtungen zu reduciren.

So allgemein bekannt diese Eintheilung auch ist, so find
man doch nicht selten in selbst besseren Tagebüchern, wie in de
Journalen von verschiedenen Orten, die in den Mannheime
Ephemeriden mitgetheilt werden, Bezeichnungen, welche von
den gewöhnlichen abweichen, wie ONN oder NON und ähnliche,
welche leicht zu einem unrichtigen Ablesen der Beobachtungen-Ge
legenheit geben können. Soll hier die Verwirrung ein End
nehmen, so ist erforderlich, daß die von den Schiffern allgemein
angenommene Stellung der Buchstaben auch von allen Meteoro
logen aufgenommen werde. Nehmen wir zuerst die vier Cardinal
gegenden N, O, S und W, wobei wir von N durch O nach
W zählen und theilen nun den Horizont in 8 Theile, deren jeder
von dem folgenden um 45° absteht, so werden diese Zwischen
punkte durch die Zusammenstellung der Benennungen der zunächst
liegenden Cardinalpunkte bezeichnet, stets aber steht hiebei der
Name der im Meridian liegenden Gegend zuerst; der zwischen N
und O liegende Punkt heißt also NO, nicht ON, eben so erhal
ten wir SO, SW, NW. Wird hier jeder Bogen aufs neue
halbirt, so steht hier bei der Bezeichnung stets die zunächst lie
gende von den vier Cardinalgegenden vor; der Punkt zwischen
N und NO heißt also NNO, zwischen NO und O nicht, wie so
oft NOO, sondern ONO. Ganz auf dieselbe Art erhalten wir
OSO, SSO, SSW, WSW, WNW, NNW. Ich würde mich
bei Erwähnung dieses Gegenstandes nicht aufgehalten haben, wenn
ich nicht aus eigener Erfahrung wüßte, wie leicht man sich bei
Bearbeitung der Tagebücher versehen kann, wenn ungewöhnliche
Bezeichnungen gewählt werden.

Haben wir auf dieſe Art 16 Windrichtungen angenommen, iſt die Vergleichung am einfachſten, wenn man das Endreſultat uf 8 Richtungen reducirt; ja in vielen Fällen ſcheint dieſe Reuction weſentlich nöthig zu ſeyn. Finden wir z. B. in einem agebuche Jahrelang aufgezählt, es habe geweht N 10 Mal, NO 40 Mal, NO 16 Mal, ONO 60 Mal, O 14 Mal, ſo ällt hier ſogleich auf, weshalb N, NO und O ſo ſelten geweht aben, während die Zwiſchenwinde weit häufiger ſind. Wenn ie Richtung nur nach dem Augenmaaße geſchätzt wird, ſo wer- en manche Beobachter weit häufiger annehmen, daß der Wind us NNO, als aus N oder NO komme, während wir in andern agebüchern wieder finden, daß NNO, ONO u. ſ. w. verhältißmäßig weit ſeltener wehen, als die Winde N, NO, O u. ſ. w. ei dieſer Reduction der 16 Winde auf 8 wird aber nicht ſelten er Fehler begangen, daß ſämmtliche aus NNO kommende Winde u den N oder NOwinden gerechnet werden; oder es wird auch ohl NNO und NNW zu N, ONO und OSO zu O gezählt. Durch das erſtere Verfahren wird die Windroſe um eine Zahl on Graden verſchoben, durch letzteres wird die Zahl der Zwiſchenwinde verhältnißmäßig zu klein. Am ſicherſten iſt es hier, ie Zahl der Winde aus NNO, ONO u. ſ. w. zu halbiren und ie Hälfte zu jedem der zunächſt liegenden Winde zu addiren. Geſetzt, man hatte gefunden, es wehe während einer Zeit N 26, NNO 20, NO 17 und ONO 10 Mal, ſo erhalten wir für N $26 + 10 = 36$, für NO $17 + 10 + 5 = 32$ Mal.

Außer der Richtung der Winde müſſen wir zugleich ihre Geſchwindigkeit berückſichtigen. Bisher ſind faſt gar keine ausführlichen, eine längere Reihe von Jahren umfaſſenden Meſſungen dieſer Art bekannt gemacht worden; erſt wenn dieſes geſchehen ſeyn wird, werden wir im Stande ſeyn, manche Punkte über dieſen Gegenſtand mit größerer Schärfe anzugeben. Das einfachſte Verfahren, die Geſchwindigkeit des Windes zu erhalten iſt daſſelbe, welches beim Meſſen der Geſchwindigkeit des Waſſers in Flüſſen angewendet wird. Man überläßt einen leichten Körper der Luft und ſieht wie weit derſelbe in einer gegebenen Zeit getrieben wird. Da dieſe leichten Körper, etwa Stückchen Papier, Pflaumenfedern u. ſ. w. ſich mit der Luft zugleich fortbewegen, ſo erhalten wir dadurch die Geſchwindigkeit unmittelbar.

Die oben gegebene Formel von Schmidt

$$p' - p^0 = \left(\frac{u}{1215}\right)^2 p'$$

setzt uns in den Stand diese Geschwindigkeit ebenfalls zu berechnen, und Dr. James Lind hat dazu einen Apparat angegeben welcher nach Robison aus folgenden Theilen besteht [8]). Eine an beiden Enden offene Glasröhre wird so geblasen, wie es ABCD (Fig. 8) angiebt; der Arm AB steht genau senkrecht auf CD. Diese Röhre, welche einen innern Durchmesser von wenigstens einem halben Zoll haben muß, enthält Wasser oder ein anderes leichtes Fluidum, welches in beiden Schenkeln gleich hoch steht, sobald keine andere Kraft auf dasselbe einwirkt. Der Apparat wird nun so aufgestellt, daß die Röhre CD genau vertical steht und die Verticalebene, in welcher die Röhren sich befinden, mit der Richtung des Windes zusammenfällt, was am leichtesten dadurch erreicht wird, daß man den Apparat in der Ebene der Windfahne befestigt und zwar dergestalt, daß die Oeffnung A der Axe, um welche sich die Fahne dreht, zunächst liegt. Der ankommende Strom wirkt nun auf die in der Röhre AB enthaltene Luft, comprimirt dieselbe, deprimirt dadurch das Wasser in dieser Röhre bis F, während es in der Röhre CD bis E steigt. Aus dem Höhenunterschiede des Wassers in beiden Schenkeln, EF, wird dann die Geschwindigkeit des Windes hergeleitet; da jedoch diese selten mehrere Minuten hindurch constant ist, so ist die Wassersäule vielen Oscillationen unterworfen, wodurch die Messung sehr erschwert wird. Um die hieraus entstehende Unsicherheit der Beobachtung etwas zu vermindern, ist es am zweckmäßigsten die Röhre unten bei C zu verengern. Robison glaubt, daß wenn die Röhre einen Durchmesser von einem halben Zoll hat, es genüge, der Röhre bei C einen Durchmesser von $\frac{1}{10}$ Zoll zu geben.

Gesetzt, der Wind habe eine Geschwindigkeit von 40 Fuß in der Secunde und der Barometerstand betrage 336‴, so wird

$$p' - p = \left(\frac{40}{1215}\right)^2 . 336''' = 0''',3642.$$

8) Robison Mechanical philosophy III, 707. Philos. Transact. 1775. p. 353.

ber da wir Waſſer zum Meſſen nehmen, ſo wird die Dichtigkeit des Queckſilbers, der Kürze halber, zu 13,6 angenommen, die Höhe der Waſſerſäule Ef = 4‴,95. Für eine Geſchwindigkeit alſo, welche ſchon ein ziemlich lebhafter Wind hat, beträgt der Unterſchied im Niveau nur etwa 5 Linien, und noch weit geringer wird derſelbe für ſchwächere Ströme. Dadurch werden dann kleine Beobachtungsfehler einen großen Einfluß erhalten, und Robiſon ſchlägt daher vor, die Röhre CD gegen den Horizont zu neigen, wodurch für dieſelbe Höhenänderung eine größere Länge der Röhre erforderlich, die Meſſung alſo leichter wird. Mehr Beachtung aber ſcheint mir folgende, von demſelben Phyſiker vorgeſchlagene Einrichtung zu verdienen.

Die horizontale Röhre AB und die verticale CD (Fig. 9), welche beide gleiche Durchmeſſer haben mögen, werden durch eine genau horizontale Zwiſchenröhre von kleinerem Durchmeſſer mit einander verbunden. Wenn nun die Oeffnung A vor der Einwirkung des Windes geſchützt iſt, ſo wird in CD ſo lange Waſſer gegoſſen, bis dieſes zum Punkte B tritt. Wenn nun der Wind auf das Waſſer in A drückt, ſo wird es zwar in dem Schenkel CD um die Größe Ef gehoben, aber da der Schenkel BG weit enger iſt, ſo wird die Länge BF, durch welche hier das Waſſer getrieben wird, bei weitem bedeutender. Geſetzt, der Querſchnitt von CD ſey $\frac{1}{2}$ deſſen von BG nnd die Größe Ef betrage 0‴,5 Waſſer, was bei einem Barometerſtande von 336‴ einer Geſchwindigkeit von etwa 12 Fuß in der Secunde entſprechen würde, ſo würde es leicht möglich ſeyn, ſich bei unmittelbarer Meſſung der Säule Ef um 0‴,1 oder 0‴,2 zu verſehen. Aber eben dieſe Höhe entſpricht in der 12 Mal engeren Röhre GB einer Länge von 5″; wenn alſo auch derſelbe Fehler beim Ableſen begangen wird, ſo wird der Einfluß auf das Endreſultat viel geringer.

Gewöhnlich wird die Stärke des Windes dadurch gemeſſen, daß man die Kraft aufſucht, mit welcher der Wind, auf eine ihm entgegenſtehende Fläche drückt. Lomonoſſow [9]), Zei-

9) Novi Commentarii Petropolitani II, 128.

her [10]) und andere haben dazu Vorrichtungen angegeben. E verticale Fläche wurde dem Winde genau entgegengeſtellt; d horizontale Stab, welcher an ihrer hintern Seite befeſtigt w wurde in einer Röhre, in welche er ſich hineinſchieben ließ, v einer Feder gehalten, und blieb bei einer gegebenen Stelle ſteh Wurde nun dieſe Fläche dem Winde entgegengeſetzt, ſo wurde ſo weit hineingeſchoben, bis die Elaſticität der Feder und d Druck des Windes ſich im Gleichgewichte hielten, und der Pun bei welchem der Stab ſtehen blieb, aufgezeichnet. In and Fällen wurden Kugeln oder Flächen angewendet, welche an eine Faden befeſtigt waren; bei vollkommener Windſtille hing dieſ vertical, je größer aber die Geſchwindigkeit des Windes wurd deſto bedeutender wurde der Winkel, welchen das Pendel mit de Verticale bildete, und dieſer Winkel diente dann zur Meſſung de Stärke [11]). Will man einmal aus dem Stoße des Windes au feſte Flächen ſeine Geſchwindigkeit herleiten, ſo ſcheint es mi am zweckmäßigſten, dazu die Windfahne ſelbſt zu nehmen, wie dieſes namentlich Valz gethan hat [12]). Die Windfahne wird in dieſem Falle feſt mit der Axe verbunden, an dem untern End von dieſer befindet ſich eine horizontale Rolle, über deren Per pherie eine Schnur geſchlagen iſt, welche dann entweder mit einer gewöhnlichen oder einer Federwage, wie ſie Valz anwendet, verbunden iſt. Wenn die Richtung des Windes gemeſſen iſt, ſo wird die Fahne dergeſtalt gedreht, daß ſie genau auf dieſer Rich tung ſenkrecht ſteht, und vermittelſt der Wage das dazu erforder liche Gewicht gemeſſen. Wenn nun die Fläche der Fahne bekannt iſt, ſo läßt ſich aus der Größe des Druckes die Höhe der ihm gleichen Queckſilberſäule und mithin, da $p' - p^0$ gefunden iſt, die Geſchwindigkeit u herleiten.

---

10) Novi Comm. Petrop. X, 302. Die Vorrichtung von Bouguer (Manoeuvre des vaisseaux p. 151 bei Gehler Wörterbuch A. A. IV, 780) ſtimmt mit der angegebenen faſt vollkommen überein.

11) Gehler's Wörterb. A. A. IV, 776.

12) Zach Correspondance astronomique X, 340. Aehnlich iſt die Vorrichtung von Dalberg in ſeiner Schrift: Anemomètre proposé aux amateurs de meteorologie. Erfurt 1781.

Wie man aber ein Anemometer auch einrichten möge, ets ist es zweckmäßig, daß man zuvor seine Angaben dadurch ufsuche, daß man die Geschwindigkeit direct durch die Bewe- ung leichter Körper mißt [13]). Die Theorie der Bewegung gas- örmiger Körper ist noch zu wenig durch Versuche begründet, als aß wir uns auf die Resultate der bloßen Rechnungen verlassen ürften. Meistens hat man angenommen, der Widerstand achse wie das Quadrat der Geschwindigkeit. Aber die Ver- uche von Borda [14]) deuten aufs Bestimmteste darauf, daß der Widerstand schneller wachse, als das Quadrat der Geschwindigkeit, ofern letztere nur etwas bedeutend ist, und alle Untersuchungen iber Ballistik haben zu demselben Resultate geführt, indem Ku- eln weit früher niederfallen, als sie es nach der Theorie soll- en [15]). Wenn wir hier bloß den Stoß wirksam annehmen, ann läßt es sich freilich sehr leicht zeigen, daß der Widerstand ich verhalte wie das Quadrat der Geschwindigkeit; aber die schö- en Versuche von Coulomb [16]) zeigen uns, daß selbst bei Was- er dieses Princip nicht genügt, indem bei sehr langsamen Be- egungen die Adhäsion eine weit bedeutendere Rolle spielt, wor- ach sich der Widerstand nahe verhält wie die erste Potenz der Geschwindigkeit. Und wenn auch die Adhäsion bei Gasen viel- eicht weniger bedeutend ist, so wird hier bei der Bewegung ge- orfener Körper der Raum hinter denselben bei großer Geschwin- igkeit nicht in demselben Momente von Luft ausgefüllt, in wel- hem er von dem Körper verlassen wird; selbst wenn dieses ge- chehen ist, wird durch die nothwendig erfolgenden Oscillationen die Luft hinter ihm abwechselnd verdünnt und verdichtet, so daß der Druck der comprimirten Luft vor ihm verhältnißmäßig stär- ker wird, als es nach der Theorie der Fall seyn sollte. Daher wächst der Widerstand nicht bloß bei Luft, sondern auch bei tropf- baren Flüssigkeiten schneller als das Quadrat der Geschwindigkeit.

13) Robison Mechanical philosophy I. 1.

14) Mémoires de l'Academie des Sc. de Paris 1763. p. 368. Da diese Abhandlung in der Octavausgabe nicht abgedruckt ist, so konnte ich sie nicht benutzen.

15) S. den Art. Ballistik in Gehler's Wörterbuch N. A.

16) Mémoires de l'Institut T. III. p. 246.

sobald letztere sehr groß wird. Ohne hier in eine ausführliche Discussion über diesen Gegenstand einzugehen, welche in das Gebiet anderer Disciplinen gehört, möge das bisher Gesagte genügen, darauf aufmerksam zu machen, daß man bei diesen Messungen den theoretisch erhaltenen Betrachtungen kein volles Zutrauen schenken darf.

Neuerdings hat **Forbes** ein anderes Princip der Construction eines Barometers zum Grunde gelegt [17]). Wenn ein Körper sich selbst überlassen wird, so fällt er vertical herab; erhält derselbe aber im Anfange seines Falles einen Stoß nach der horizontalen Richtung, so beschreibt er eine Parabel, deren Parameter von der Größe des Stoßes abhängt. Diesen Satz wendet er bei seinem Instrumente an. Ein Körper fällt aus einer Büchse, welche am besten von einem Uhrwerke zur bestimmten Zeit geöffnet wird, herab, der Wind treibt ihn seitwärts, und man beobachtet, wie weit die Stelle an welcher er herabfällt, von dem vertical unter der Büchse liegenden Punkte entfernt ist. Sind dann die Fallhöhe und die dazu erforderliche Zeit, die Dichtigkeit der Luft und die der Kugel bekannt, so läßt sich daraus die Geschwindigkeit des Windes herleiten.

In den meteorologischen Tagebüchern wird die Geschwindigkeit des Windes in der Regel nicht angegeben, man begnügt sich damit, seine Stärke beiläufig zu schätzen und von dem schwächsten anfangend ihn mit den Zahlen 1, 2.... zu bezeichnen. Die Beobachter auf der Sternwarte zu Upsala und späterhin die Mitglieder der Mannheimer Societät hatten vier solcher Grade angenommen; mit 1 wurde derjenige Wind bezeichnet, welcher nur die Baumblätter bewegte, mit 2, welcher kleinere Aeste, mit 3, welcher größere Aeste in Bewegung setzte, und mit 4 der Sturm, welcher größere Aeste abbrach oder Bäume entwurzelte [18]). Solche Merkmale sind freilich keine bestimmten Maaßstäbe, aber man muß sich doch damit so lange begnügen, bis sichere Anemometer allgemein in Gebrauch kommen [19]).

---

17) Edinburgh Journal of Science, New Series II, 31.

18) Ephemerides Soc. Met. Palat. 1781. p. 4.

19) **Wargentin** in den Abhandlungen der Schwed. Acad. XXIV, 185.

In Deutschland sind die von der Mannheimer Societät an-
führten Bezeichnungen ziemlich allgemein beibehalten worden;
ırke Winde, welche sich meistens über weite Länderstrecken ver-
eiten, heißen Stürme. Zuweilen wehen solche mit einer
ıgeheuren Heftigkeit, dann heißen sie wohl Orcane, wie dies
s namentlich bei dem Südwest-Sturme am 14ten Januar
827 der Fall war, welcher in Deutschland, England, Frank-
ich und Italien sehr viel Verwüstungen anrichtete. Diese Be-
:hung aber scheint mir für so weit verbreitete, lange Zeit aus
rselben Richtung kommende Stürme höchst unpassend. Die
ɜentlichen Orcane, die Ouragans der französischen oder Hurri-
nes der englischen Seeleute, bezeichnen Phänomene, die sich in
rschiedenen Theile der Aequinoctialgegenden zeigen; dabei wü-
et der Sturm mit einer ungeheuren Heftigkeit [20]), aber weit
arakteristischer für diese Erscheinungen ist die oft plötzliche Aen-
rung der Windrichtung und die meistens auf einen kleinen Raum
ıgeschränkte Ausbreitung dieser Luftströmung. Wollen wir
ımal die Bezeichnung Orcan auf Erscheinungen in unseren Ge-
:nden anwenden, dann möchte es wohl am zweckmäßigsten seyn,
e Benennung auf heftige Gewitterstürme einzuschränken.

Der oben gefundene Ausdruck

$$u' = \frac{p' - p^0}{p^0} \cdot 1215 \text{ pariser Fuß}$$

igt, daß diese Geschwindigkeit sehr groß werden könne. Ist
r Unterschied in den Barometerhöhen 12‴, der Unterschied der
emperatur 10°, so würde der Wind eine Geschwindigkeit von
00 Fuß haben, er würde also fast im Stande seyn, die stärk-
en Bäume zu entwurzeln. Vergleichen wir nun die gleichzeiti-
en Angaben vom Barometer und Thermometer in entfernten
)egenden, so finden wir häufig noch weit größere Differenzen in
er Dichtigkeit der Luft, und doch gehören so gewaltige Stürme
lücklicherweise zu den Seltenheiten. Mehrere Gründe sind Ur-
ıchen dieser Verzögerung. Die Punkte, an denen die Differenzen
er Dichtigkeit am größten sind, liegen meistens weit von einan-
er. Während das Barometer im westlichen Europa das Mini-

20) S. die von den Barometerschwankungen und der Luftelectricität han-
delnden Abschnitte.

mum erreicht, liegt das Maximum vielleicht erst in Nordamerika oder im Innern von Rußland, die Luftmassen müssen daher einen sehr weiten Weg zurücklegen; indem sie mehrere hundert Meilen über der Erdoberfläche fortziehen, werden die geringe Adhäsion der Luft an der Erdoberfläche, so wie der Widerstand, welchen dieselbe an den Unebenheiten erleidet, die Geschwindigkeit sehr vermindern. Es findet hier derselbe Fall Statt, wie bei der Bewegung des Wassers in Flüssen; die Geschwindigkeit des Wassers an der Mündung sollte gleich der eines aus der Höhe der Quelle bis zur Mündung frei fallenden Körpers seyn und doch zeigt uns die Erfahrung, daß sie vielfach kleiner ist.

Noch ein anderer Umstand spielt hiebei eine bedeutende Rolle. Die Luft hat nie bis zur Gränze der Atmosphäre dieselbe Bewegung, sondern wie es auch schon die erste von uns gemachte Betrachtung angab, so finden wir in verschiedenen Höhen entweder entgegengesetzte oder doch gegen einander geneigte Bewegungen. Wenn nun solche Luftströme über einander fortgehen, so werden die Luftmassen an der Gränze sich einander treffen, sich gegenseitig aufzuhalten suchen und dadurch ihre Geschwindigkeit vermindern. Nothwendig wird sich diese Verzögerung mit mehr oder minder abnehmender Stärke durch die ganze Luftmasse verbreiten. Es findet hier ganz dasselbe Statt, was wir auch bei Flüssen wahrnehmen. Wenn das Flußbette sich nach einer Verengerung wieder erweitert, so bemerkt man an dieser Stelle einen rückwärtsgehenden Strom und an der Gränze zeigen sich viele partielle Ströme, welche wir namentlich an den Wirbeln zu erkennen vermögen und welche nothwendig die Geschwindigkeit des Wassers verzögern. Ganz dasselbe findet auch bei den vorher erwähnten Ungleichheiten der Erdoberfläche Statt, und daher kommt es denn, daß namentlich dann, wenn ein heftiger Wind über eine hohe Gebirgskette gegangen ist, die Windfahnen benachbarter Punkte auf der Ebene zu derselben Zeit sehr verschiedene Richtungen angeben.

Solche verschiedene Luftströme treffen wir häufig in der Atmosphäre. Wenn wir den Zug der Wolken betrachten, so finden wir, daß diese nicht selten unter sich verschiedene Richtungen haben, und auch von den Windfahnen ganz abweichen; dieser Gegensatz in der Richtung der obern und untern Luftströme dauert oft

t lange fort. So befand sich im Jahre 1781 eine englische lotte im Hafen zu Leith; fast fünf Wochen hindurch wehte ein bhafter Ostwind, in den beiden letzten Wochen herrschte in einer öhe von etwa $\frac{1}{4}$ (englischer) Meile eine lebhafte westliche Strö- ung, wie aus der Bewegung lockerer Wolken hervorging [21]). ei der Belagerung von Quebec im Jahre 1759 wehte ein so arker Westwind, daß die Schiffer die Topmasten einziehen muß- n und einige Bote nur mit Mühe gegen den Wind geführt wer- en konnten; eine abgeschossene Bombe platzte in der größten öhe ihrer Bahn, fast eine Viertelstunde blieb die Rauchsäule. n derselben Stelle stehen und zerstreute sich von hier aus all- ählig, ohne ihren Platz sehr bedeutend zu ändern [22]). Am sten eignen sich zu dieser Untersuchung Luftbälle. Fast alle die- nigen, welche in die Höhe gestiegen sind, erwähnen in ihren Be- chten, daß sie verschiedene Luftströme getroffen hätten, und h. Forster ließ kleinere Bälle aufsteigen. Bei einem der- lben fand er zu unterst OSO, sodann in verschiedenen Höhen N, W und SSO g S. Bei mehr als dreißig auf diese Art an- stellten Versuchen fand derselbe, daß nur wenige Bälle dieselbe ichtung behielten, bei den meisten merkte man 4 bis 5, und i einigen 7 bis 8 verschiedene Luftströme [23]).

Manche Meteorologen geben in ihren Tagebüchern den Wind ld nach der Richtung der Windfahnen, bald nach der Richtung r Wolken an, aber Resultate dieser Art sind völlig unbrauch- r. Fast allgemein werden die Windfahnen genommen, und es nöthig, daß dieses beibehalten werde, damit man nur Mes- ngen derselben Art in verschiedenen Gegenden der Erde ver- eiche. Auf der andern Seite aber wird die Meteorologie man- en Aufschluß erhalten, wenn beide Richtungen zugleich in den agebüchern aufgeführt werden. Solche Untersuchungen sollten amentlich auf Ebenen angestellt werden, da in Gebirgen locale Strömungen sehr viele Unregelmäßigkeiten erzeugen. Bis jetzt at fast nur Heinrich diese Aufzeichnungen einige Zeit fortge-

21) Robison Mechanical philosophy III, 706.

22) Robison l. l. nach der Erzählung von Augenzeugen.

23) Forster über die Wolken S. 205.

setzt. Nach den Messungen im Mai, Junius und Julius 1791 war zu Regensburg die zugleich beobachtete Richtung d Winde folgende. Es wehte

N	oben	9	Mal,	unten	11	Mal
NO	. .	11	. .	. .	12	
O	. .	7	. .	. .	10	
SO	. .	3	. .	. .	9	
S	. .	5	. .	. .	5	
SW	. .	15	. .	. .	14	
W	. .	76	. .	. .	40	
NW	. .	19	. .	. .	44	

Auch die Geschwindigkeit des Windes ist in verschiedenen Hö sehr ungleich, wie sich dieses schon daraus ergiebt, daß an d Gränze verschiedener Ströme fast vollkommene Ruhe seyn mu wofern nicht locale, nach verschiedenen Seiten gehende Wind auf einem kleinen Raume vorhanden sind. Die Geschwindigkeit d oberen Luftströme läßt sich dadurch finden, daß wir die Geschw digkeit messen, mit welcher sich der Schatten einer Wolke üb bewegt [25]), da wir annehmen dürfen, daß die Fläche, in w cher sich die Wolken bewegen, eine der Erdoberfläche paral Ebene sey. Diese Geschwindigkeit in den oberen Regionen sch bei weitem größer zu seyn, als die an der Erde. Es ist ei ausgemachte Sache, bemerkt Sauſſure [26]), je höher ma auf die Berge steigt, desto stärker findet man die Winde. Ic habe vielmals gesehen, fährt derselbe fort, daß Winde, die a der Ebene regelmäßig und von mäßiger Stärke schienen, auf de Bergen von solcher Heftigkeit waren, daß man die größte Mü hatte, sich gegen sie zu erhalten.

Sollen übrigens aus den Beobachtungen des Windes a einem Orte Folgerungen über die Strömung der Luft in einem ganzen Districte hergeleitet werden, so muß derselbe in einer Ebene liegen, wofern die Resultate weiter ausgedehnt werden sol

---

24) Die Originalbeobachtungen in den Mannheimer Ephemeriden f 1791.

25) Robison Mechanical philosophy III, 705.

26) Sauſſure Hygrometrie S. 348.

len. Messungen in engen Thälern zeigen stets nur locale Richtungen. Geht das Thal z. B. von O nach W., so werden wegen des Widerstandes der einschließenden Berge NO und SO in östliche Winde übergehen. Daher finden wir, um nur einen Fall zu erwähnen, daß in den von NO nach SW gerichteten Thale von Genf fast alle Winde entweder aus SW oder NO kommen. Eben so wenig eignen sich hiezu Beobachtungen, welche dergestalt angestellt sind, daß ein Ort vor einem Winde durch ein Gebirge geschützt wird.

Wenn auf diese Art der Wind längere Zeit aufgezeichnet ist, so entsteht die Frage, wie die Beobachtungen zur Vergleichung an verschiedenen Orten benutzt werden sollen? Gesetzt, man hätte in Copenhagen gefunden, es wehe während einer gewissen Zeit [27])

N	4910 Mal
NO	4861½
O	6607½
SO	5918½
S	7051
SW	9361
W	10448
NW	6891½

so ist es zunächst am zweckmäßigsten, die Zahl sämmtlicher Winde als Einheit anzusehen, und die einzelnen Winde als aliquote Theile auszudrücken; dann erhalten wir für Copenhagen

N	0,09
NO	0,09
O	0,12
SO	0,10
S	0,12
SW	0,17
W	0,19
NW	0,12

27) Schouw Beiträge zur vergleichenden Klimatologie 1, 9. Die Brüche in der obigen Tafel sind dadurch erhalten, daß 16 Winde auf 8 reducirt sind.

Hiedurch wird der Uebelſtand vermieden, welcher bei Beibehaltung der abſoluten Zahlen aus der ungleichen Zahl von Jahren, in denen beobachtet iſt, entſtehen würde.

Aeltere Meteorologen geben bei ihren Ueberſichten meiſtens bloß den Wind an, welcher am häufigſten geweht hat, man würde alſo in dieſem Falle ſagen, in Copenhagen ſey W der vorherrſchende Wind. Jedoch wehen hier SW und NW ſo häufig, daß wir dieſelben keinesweges überſehen dürfen, wenn wir ausmachen wollen, wie die Windverhältniſſe in verſchiedenen Gegenden beſchaffen ſind. Aus dieſem Grunde iſt ein reichhaltiger Schatz von Beobachtungen, welche uns Cotte mittheilt, völlig unbrauchbar [28]), und manche unrichtige Reſultate in verſchiedenen Schriften haben hierin ihren Grund [29]). Nur dann, wenn ein Wind ſo häufig weht, daß die übrigen Winde wegen ihrer geringen Zahl überſehen werden können, darf dieſes Verfahren angewendet werden.

Schon im Jahre 1777 ſchlug Lambert ein Verfahren vor [30]), welches gewiß zu weit richtigeren Anſichten über die Luftſtrömungen geführt haben würde, hätte man daſſelbe nicht völlig unbeachtet gelaſſen. Wir können uns nämlich die Winde als Kräfte vorſtellen, welche die Atmoſphäre eines Ortes zu verrücken ſtreben. Nehmen wir an, Stärke und Dauer der Winde ſeyen bekannt und alle während eines Zeitraumes beobachteten Winde weheten in einem Momente, ſo können wir ſehr leicht beſtimmen, woher der Wind komme, welcher dieſelbe Fortrückung der Atmoſphäre bedinge, als alle dieſe Winde zuſammengenommen. Wir dürfen nach den bekannten Geſetzen von der Zuſammenſetzung der Kräfte nur die Reſultirende aller dieſer einzelnen Seitenkräfte ſuchen. Da bisher Meſſungen über Dauer und Stärke der Winde nur iſolirt ſtehen, ſo iſt es beim jetzigen Zuſtande unſerer Kenntniſſe am zweckmäßigſten, dafür die Zahlen zu nehmen, welche angeben, wie oft jeder Wind aus einer beſtimmten Gegend der

28) Cotte Mémoires II, in dem alphabetiſchen Verzeichniſſe der Beobachtungen.

29) So bei Romme Tableaux des vents, faſt allenthalben in höheren Breiten.

30) Nouveaux Mémoires de Berlin pour 1777. p. 26.

rizontes gekommen sey. Rechnen wir also die Peripherie des rizontes von N durch O bis 360°, bezeichnen ferner die Zahl, : oft N, NO.... geweht haben, mit den Buchstaben dieser inde, und endlich mit φ den Winkel, welcher die Resultirende t dem Meridian bildet, diesen Winkel von N durch O bis 360° zählt, so ergiebt sich für diesen Winkel der Ausdruck

$$\text{tang } \varphi = \frac{A}{B}.$$

ehmen wir nur acht Winde, deren jeder also vom folgenden 1 45° absteht, so wird

$$A = O - W + (NO + SO - SW - NW) \sin 45°$$
$$B = N - S + (NO + NW - SO - SW) \cos 45°$$

itten wir dagegen 16 Winde genommen, so würde

$$= O - W + (NNO + SSO - SSW - NNW) \sin 22° 30'$$
$$+ (NO + SO - SW - NW) \sin 45°$$
$$+ (ONO + OSO - WSW - WNW) \sin 67° 30'$$

$$= N - S + (NNO + NNW - SSO - SSW) \cos 22° 30'$$
$$+ (NO + NW - SO - SW) \cos 45°$$
$$+ (ONO + WNW - OSO - WSW) \cos 67° 30'$$

ollen wir also hiernach die mittlere Windrichtung für Copen- igen bestimmen, so wird, wenn wir die oben gegebenen Größen hmen,

$$\text{tang } \varphi = \frac{0{,}12 - 0{,}19 + (0{,}09 + 0{,}10 - 0{,}17 - 0{,}12) \sin 45}{0{,}09 - 0{,}12 + (0{,}09 + 0{,}12 - 0{,}10 - 0{,}17) \cos 45°}$$
$$= \text{tang } (180° + 62° 49')$$

m diese mittlere Windrichtung auf die gewöhnlichen Bezeichnun- en zu reduciren, scheint es mir am zweckmäßigsten, die beiden zu- ächst liegenden von den vier Cardinalpunkten und den Winkel zu ehmen, welchen sie mit dem Meridiane bildet. Es ist also in nserem Falle die mittlere Windrichtung S 62° 49′ W.

Wir dürfen bei dieser Reduction aber nicht bloß die mittlere Richtung des Windes aufsuchen, wir müssen hier wie in allen ibrigen Fällen, wo Kräfte zusammengesetzt werden, auch die Stärke der Resultirenden bestimmen. Diese ist

$$\sqrt{(A^2 + B^2)}$$

alſo in unſerm Falle 0,158, d. h. wenn die Zahl aller Winde die während des Zeitraumes in Copenhagen wehten, durch 1000 bezeichnet wird, und dieſe in demſelben Momente die Atmoſphäre dieſes Ortes zu verrücken ſtrebten, ſo würde die Einwirkung eben ſo ſeyn, als wenn 158 von dieſen Winden aus der Richtung S 62° 49′ W kämen.

Bisher haben ſich nur wenige Phyſiker dieſer Formel bedient; ſoviel mir bekannt iſt, haben dieſes in neueren Zeiten nur Ceſaris [31]), Dove [32]) und Schübler [33]) gethan. Ich ſelber habe vermittelſt derſelben bereits im Jahre 1824 einen Theil der Windverhältniſſe von Europa unterſucht und auf dieſe ihr einige der wichtigſten in der Folge mitzutheilenden Reſultate erhalten. Aber ein Uebelſtand, auf welchen ich ſehr bald ſtieß, und auf welchen auch in der Folge Schübler aufmerkſam macht, iſt der, daß es ſich treffen kann, daß die mittlere Windrichtung nach einer Gegend fällt, aus welcher der Wind gar nicht oder höchſt ſelten gekommen iſt. Hätten wir z. B. W 6 Mal, SW 60 Mal, S 10 Mal, NO 40 Mal, N 60 Mal und NW 4 Mal, ſo könnte es geſchehen, daß die Reſultirende nach W oder NW fiele, obgleich der Wind aus dieſer Gegend wirklich nur ſelten gekommen iſt.

Aus dieſem Grunde ſcheint es mir zweckmäßig, mit dieſem Verfahren noch das von Schouw befolgte zu verbinden; man vergleicht die Zahl der entgegengeſetzten Winde, und indem man den einen derſelben als Einheit anſieht, ſieht man den andern als ein Vielfaches von ihm an [34]). Ich werde in der Folge nach Schouw's Vorgange ſtets das Verhältniß zwiſchen den öſtlichen und weſtlichen, zwiſchen den nördlichen und ſüdlichen Winden zugleich neben der mittleren Windrichtung mittheilen, wo ich unter nördlichen oder öſtlichen Winden die Summe von NW, N und NO oder NO, O und SO verſtehe. Für Copenhagen erhalten wir alſo folgende Verhältniſſe:

Oeſtlich zu Weſtlich wie 1 : 1,5
Nördlich zu Südlich wie 1 : 1,3

31) Mem. della Soc. Ital., T. XVIII, Fisica p. 67.
32) Poggendorff's Annalen XIII, 593.
33) Schweigger's Jahrbuch N. R. XXV, 130.
34) Schouw Klimatologie I, 10.

Während sich in unsern Gegenden die Richtung des Win- fast unaufhörlich ändert, kommt derselbe in andern lange it aus derselben Gegend. Winde der letzteren Art nennen wir ständige. Jedoch zeigt sich auch im Verhalten von diesen ein nterschied. In einigen Gegenden der Erde kommt nämlich der ind das ganze Jahr hindurch aus derselben Richtung, während in andern mehrere Monate hindurch constant aus einem Punkte mmt und hierauf den übrigen Theil des Jahres entweder ver- derlich wird, oder eben so constant aus einem andern Himmels- iche weht. Die erste Klasse von constanten Winden, welche h auf dem atlantischen Meere und dem großen Oceane zeigt, nnen wir Passatwinde (vents alizés der Franzosen, trade- nds der Engländer). Die zweite Klasse von beständigen Win- n heißt Moussons (Monsoons der Engländer) [35]). Diese enennung kommt vom malayischen Worte Mussin (Moossin), elches Jahreszeit bedeutet, obgleich Einige, welche das Arabi- e wenig verstehen, glauben, es bedeute dieser Ausdruck das ahr, und mit dieser von Forrest [36]) gegebenen Erklärung mmt auch Capper überein [37]), welcher noch hinzufügt, daß an diese Benennung fälschlich von dem Namen eines Schiffers rgeleitet habe. Marsden dagegen behauptet, daß der Aus- uck Musim (Mooseem), wie er das Stammwort schreibt, Jahr deute [38]). Die Alten bezeichneten mit dem Namen Etesische Winde [39]) eben das, was wir Moussons nennen, da auf dem

35) Torb. Bergmann (phys. Beschr. der Erdkugel II, 95) sagt, nachdem er den allgemeinen Ostwind zwischen den Wendekreisen (den Passatwind) betrachtet hat: „Passatwinde oder holländisch Moussons nennen die Seefahrer streitige Winde, die gewisse Zeiten des Jahres herrschen." Worin diese Verwechselung, welche nachher in Gehler's Wörterbuch und viele andere deutsche Lehrbücher übergegangen ist, ihren Grund habe, ist mir unbekannt. Bei keinem englischen oder französischen Reisenden erinnere ich mich je diese Verwechselung der Benennungen gefunden zu haben.

36) Forrest on Monsoons p. 95.

37) Capper in der Bibliothèque britannique Sc. et Arts XXVI, 318.

38) Marsden history of Sumatra p. 15 Anm.

39) Von ἔτος Jahreszeit.

Mittelmeere die Winde zu verſchiedenen Jahreszeiten vorhe
ſchend aus einer beſtimmten Weltgegend kamen. Die eige
chen Mouſſons auf dem indiſchen Meere waren ihnen dage
wohl zu den Zeiten Alexander's noch unbekannt, wie dar
hervorzugehen ſcheint, daß Nearchus von dem Indus n
dem perſiſchen Meerbuſen die beſchwerliche Küſtenfahrt mac
Späterhin wagte es zuerſt Hippalus von Aegypten nach
dien mit dem Mouſſon zu fahren, und die Alten bezeichneten
den Wind mit dem Namen dieſes Seefahrers [40]). Zu die
regelmäßigen Winden müſſen wir auch die Land- und See
winde an einigen Küſten, namentlich zwiſchen den Wendekre
rechnen, indem dieſe zwar zu verſchiedenen Tageszeiten aus
völlig entgegengeſetzten Richtungen wehen, aber doch faſt all
lich auf dieſelbe Art wiederkehren. Ich will mit dieſen den An
fang machen.

Meiſtens wehen dieſe Land- und Seewinde mit geringer
Stärke, und haben daher von den franzöſiſchen und engliſche
Schiffern den Namen ſchwacher Winde, Briſen (brise der
Franzoſen, breeze der Engländer) erhalten. Dieſe Winde di
nen uns vorzüglich zur Beſtätigung deſſen, was im Anfange de
ſes Abſchnittes über Entſtehung der Winde geſagt wurde. Um
das Phänomen in ſeiner einfachſten Geſtalt zu überſehen, denke
wir uns in den Aequinoctialmeeren eine Inſel von der Form eine
Kreiſes und es wehe durchaus kein anderer weiter verbreitete
Wind. Wenn die Sonne einige Zeit nach dem Aufgange höhe
ſteigt, ſo erwärmt ſie die Luft ſowohl über dem Lande als übe
dem Meere, aber die Erwärmung des Landes iſt ſtärker [41]). D
die mittlere Temperatur über dem Lande und dem Meere na
gleich iſt, ſo wird ſich dieſe Differenz erſt nach der Zeit zeige
wo die mittlere Temperatur am Morgen eintrit, alſo etwa u
9 Uhr. Durch die ſtärkere Erwärmung wird von der über de
Lande befindlichen Luftmaſſe ein Theil in den oberen Regionen a
fließen und ſich nach allen Seiten verbreiten; umgekehrt ſtrö

40) Robertson history of Scotland and historical disquisiti
concerning ancient India. 8. Francfort 1828. p. 529. Er c
Peripl. maris Erythraei p. 32 und Plin. hist. nat. VI, 23.

41) S. oben S. 134.

ie untere Luftmasse von allen Seiten gegen die Insel; es ent-
cht ein Seewind, dessen Richtung offenbar senkrecht auf der
üste stehen muß. Diese Brise zeigt sich erst dann, wenn der
Unterschied zwischen den Temperaturen der Atmosphäre über dem
ande und über dem Meere bedeutender wird, also gegen 10 Uhr
Morgens. Da die Wärmedifferenz anfänglich klein ist, so ist
der Wind zuerst schwach, zeigt sich zunächst am Ufer und er-
streckt sich erst nach und nach weiter ins Meer. So sah Mars-
den auf Sumatra, daß Schiffe einige (englische) Meilen vom
Lande noch ganz ruhig lagen, während ein frischer Seewind am
Ufer wehte; erst einige Stunden später fühlten jene die Einwir-
kung von diesem [42]); eben dieses bemerkte Semeyns in Bata-
via [43]). An der Küste Coromandel, in Pondichery, hat man
dasselbe bemerkt [44]), obgleich Dampier's unbestimmte Be-
schreibung zu der Vermuthung verleiten könnte, als ob die See-
winde sich erst später am Lande zeigten [45]). Die Stärke dieses
Windes muß offenbar am größten seyn zur Zeit der größten Ta-
geswärme, also um etwa 2 bis 3 Uhr Abends. Wenn späterhin
die tägliche Wärme sinkt, so wird der Unterschied der Wärme
über dem Lande und Meere immer kleiner, bis endlich zur Zeit
des Sonnenunterganges beide gleiche Temperatur haben. Es
entsteht nun eine Windstille, aber späterhin erkaltet das Land
stärker, die Luft der oberen Regionen strömt vom Meere gegen
das Land, während unten ein senkrecht auf der Küste stehender
Landwind um etwa 8 Uhr Abends anfängt, welcher nach und
nach bis zum Aufgange der Sonne an Stärke zunimmt, und
gegen 8 Uhr Morgens verschwindet, worauf späterhin der See-
wind aufs Neue beginnt. Der Ausdruck, welchen wir oben für
die Geschwindigkeit der Winde gegeben haben, zeigt aber schon,
daß diese Brisen nie eine sehr bedeutende Stärke haben können.
Nehmen wir an, die kältere Luftmasse habe eine Temperatur von

42) Marsden history of Sumatra p. 18.

43) Verhaandelingen uitgegeven door de Hollandse Matschap-
py der Wetenschappen te Haarlem T. II. p. 415.

44) le Gentil Voyage I, 480 u. 815.

45) Dampier Traité des vents alisés. 8. Amsterdam 1701.
p. 29.

20°, die wärmere eine von 25° (und dieses ist schon ein bedeutender Unterschied), so ist die Dichtigkeit bei 20° gleich 1,0174 die bei 25° als Einheit angesehen und die Barometerstände an beiden Orten als gleich angenommen. Setzen wir diese Größen in den Ausdruck

$$u' = \frac{\varrho' - p^0}{\varrho^0} \cdot 1215 \text{ pariser Fuß},$$

so ergiebt sich als Maximum für die Geschwindigkeit des Windes etwa 20 Fuß; wenn wir jedoch erwägen, daß die Wärmedifferenz selten die Hälfte der oben gegebenen Größe übersteigt, meistens nur 1°, höchstens 2° beträgt, und daß dieser Unterschied wahrscheinlich in einiger Höhe fast verschwindet, so wird begreiflich, daß die Geschwindigkeit weit geringer seyn wird.

Diesen Wechsel zwischen Land- und Seewinden treffen wir auf allen Inseln und Küstengegenden zwischen den Wendekreisen, wofern sie nicht durch vorherrschende stärkere Winde ganz oder zum Theil aufgehoben werden. Dieses wird durch die Erfahrungen von Dampier, Forrest, J. R. Forster, Marsden, Semeyns und vielen andern Reisenden, deren Zeugnisse Romme gesammelt hat [46]), bestätigt. Selbst in mittlern Breiten treffen wir diesen Wechsel noch öfter sehr regelmäßig, so nach Sieber auf Creta [47]), nach Seignette bei Marseille [48]), und nach den sorgfältigen Untersuchungen von Brandes [49]) scheint dieser Wechsel sich noch in ganz Italien zu zeigen. So weht der Wind in Padua am Morgen aus N, Mittags und Abends wird er südlich oder westlich; in Bologna weht am Morgen O, am Mittag und Abend W, und ein ähnliches Verhalten zeigt sich in

46) Ch. Romme Tableaux des vents, des marées et des courans qui ont été observés sur toutes les mers du globe. 8. Paris 1806. 2 Bände. Diese Schrift ist für einen Jeden, der die Naturgeschichte des Meeres studiren will, ein unentbehrliches Werk. So weit ich die Nachrichten des Verfassers mit den Originalberichten der Reisenden vergleichen konnte, habe ich meistens eine treue Relation gefunden.

47) Sieber Reise nach Creta II, 30.

48) Ephemerides Soc. Met. Palat. 1782. p. 501.

49) Brandes Beiträge S. 135.

om. Sogar an der Ostküste Grönlands fand Scoresby bei nst windstillem heiteren Wetter Spuren dieses Wechsels [50]).

Auch mitten im Lande finden wir an größeren Seen einen lchen Wechsel, wie dieses schon Haller an den Schweizeren [51]), Ellicott zu Presqu'ile am Eriesee [52]), Martens auf em Gardasee [53]), Schübler auf dem Bodensee [54]) und erschiedene Beobachter in andern Gegenden gefunden haben. Die emperaturdifferenz in verschiedenen Höhen kann sogar Ursache erden, daß sich auf Ebenen in der Nähe von Gebirgen ein ähncher Wechsel zeigt. Als Buckingham im Junius durch die rkomanische Ebene von Bir nach Orfah zog, hatte er während es Tages heftige Winde, welche von dem mit Schnee bedeckten lücken des Taurus herabkamen, während die Nacht windstill ar [55]). Auch in Ungarn soll sich zuweilen ein ähnlicher Wechsel igen [56]).

Wofern kein stärkerer Wind in einer Gegend vorherrschend t, stehen beide Winde senkrecht auf der Küste und haben ungefähr gleiche Stärke; sind aber solche Strömungen vorhanden, der der Umriß der Küsten unregelmäßig, dann wird Richtung nd Stärke mannigfach modificirt. In der Nähe des Aequators ind im großen Oceane Ostwinde vorherrschend, dieses ist Ursache, aß der Seewind an der Ostküste der Inseln weit stärker ist, als er Landwind, während auf der Westküste das Gegentheil Statt indet [57]). Ist die allgemeine Richtung der Küste gegen den herrchenden Wind geneigt, dann stehen die Brisen keineswegs senkrecht auf ihr, es entfernt sich vielmehr der Wind am Morgen ein venig, dann immer mehr von der Richtung des herrschenden Windes, bis er etwa 3 Uhr Abends der auf der Küste senkrecht

50) Scoresby Reise auf den Wallfischfang S. 247.

51) Novi Comment. Soc. Gott. T. I. P. I. p. 30.

52) Gilbert's Annalen XXXII, 324.

53) Abhandlung über den Garda-See, im Februarhefte der Hertha 1829.

54) Bei Martens l. l.

55) Buckingham Mesopotamien S. 61.

56) Csaplovics Gemälde von Ungern I, 135.

57) J. R. Forster Bemerkungen über Gegenstände der phys. Erdbeschr. S. 109.

stehenden Linie am nächsten kommt, und hierauf kehrt er allmählig in seine frühere Lage zurück [58]). So herrscht bei der von NW nach SO gestreckten Insel Sumatra mehrere Monate hindurch ein WWwind; nach der Richtung des Landes sollte der Seewind aus SW, der Landwind aus NO kommen, aber es zeigt sich eine aus NW und SW oder NW und NO zusammengesetzte Richtung, und daher geschieht es, daß auf einen Landwind aus N ein Seewind aus W folgt [59]), wie sich dieses mit Leichtigkeit aus dem Parallelogramm der Kräfte ergiebt. Eben so herrscht auf der von O nach W gerichteten Küste in der Nähe der Campechebay in Südamerica im Allgemeinen ONO, die Brisen, welche nach der Richtung der Küste N und S seyn sollten, kommen aus NO und SO [60]). Bei Batavia, wo im Januius und Julius ein ziemlich starker Owind herrscht, kommt der Landwind zur Zeit seiner größten Stärke aus SO oder SSO, geht allmählig in den herrschenden O, entfernt sich aber nach einiger Zeit von diesem, bis der aus NO oder NNO kommende Seewind am stärksten ist, worauf er allmählig nach O zurückkehrt. Im December und Januar, wo dort ein allgemeiner W herrscht, findet eine eben solche Oscillation zwischen dem Landwinde aus SW und dem Seewinde aus NW Statt [61]). Gewiß aber ist es, daß sich in diesem Falle die Brisen nie bis zu einer sehr bedeutenden Höhe erstrecken, dieses geht wenigstens daraus hervor, daß sich die Wolken stets mit dem allgemein herrschenden Winde bewegen [62]).

Auch die Stärke dieser Winde wird durch die Configuration der Küsten mannigfach modificirt. An Vorgebirgen, namentlich wenn sie sehr weit in die See vorspringen, ist der Landwind unbedeutend, oder fehlt ganz, während der Seewind weit stärker ist. Das Gegentheil findet in Meerbusen Statt. In den oberen Regionen

58) Dampier Traité des vents p. 35.

59) Marsden Sumatra p. 17.

60) Dampier Traité des vents p. 35.

61) Semeyns in den Haarlem. Verhaand. II, 414. und Rademacher und Hoogendorp in den Verhaandelingen van het Bataviaasch Genootschap I, 46.

62) le Gentil Voyage I, 480.

ömt in den genannten Gegenden Luft von allen Seiten hinzu;
i also unten Luft nach allen Seiten abfließen muß, so wird diese
ewegung nur sehr schwach seyn, da die ohnehin geringe Kraft
ach allen Seiten wirken muß. Wenn dagegen umgekehrt ein
andwind in den Meerbusen kommt, so bilden die Richtungen
er partiellen benachbarten Winde spitze Winkel; die Resultirende
ller einzelnen Kräfte erreicht also eine bedeutende Größe, und
ben dieses gilt von den Seewinden in der Nähe der Vorgebirge.
Reisende haben uns eine große Zahl von Fällen dieser Art mitgetheilt, hier möge es genügen, einige derselben zu erwähnen. Am nordöstlichen und südöstlichen Theile von Jamaica sind zwei Vorgebirge, an denen die Landwinde zu den Seltenheiten gehören; Schiffer, die durch den Mangel derselben öfter in Verlegenheit gekommen sind, halten sie für den Sitz böser Dämonen; am Cap Pedro auf Jamaica stiegen mehrmals Expeditionen ans Land, um den hier hausenden Dämon zu tödten [63]). An der Westküste America's fand Dampier, welcher diese Gegenden mehrmals besuchte, am Cap Passao, St. Laurence, Cap Blanc nie Landwinde, obgleich er sie an der Zwischenküste traf [64]). In den Meerbusen dagegen sind die Landwinde desto lebhafter. So sind dieselben nach dem Zeugnisse des vielgewanderten Dampier [65]) in der Campechebay zwischen dem gebirgigen Cap St. Martin und Condecedo stärker als an einem andern ihm bekannten Punkte; möglich jedoch, daß hier die Stärke außer dem oben gegebenen Grunde durch von den Bergen in die Tiefe sinkende Ströme vermehrt wird.

Ganz auf dieselbe Art als die localen Land- und Seewinde, welche sich meistens nur wenige Meilen von der Küste entfernen, läßt sich auch der allgemeine Passat in den Aequinoctialgegenden erklären. Da jedoch die Configuration der Meere und der benachbarten Ländermassen auf ihn einigen Einfluß äußern, so wollen wir uns einen Augenblick die Erde völlig mit Wasser bedeckt und die Sonne in einem Punkte des Aequators still stehend vorstellen. Der wärmste und kälteste Punkt der Erde liegen

63) Dampier Traité des vents p. 33.
64) l. l. p. 35.
65) l. l p. 36.

war. Gesetzt, es sey AQ (Fig. 10) der Aequator
sate mögen im ersten Momente genau aus NO und
men und sich im Aequator in O treffen. Beide wirk
in O befindliche Lufttheilchen; ist diese Einwirkung glei
es nach C getrieben, es entsteht hier also ein Ostwin
telst dessen die hier befindliche Luftmasse nach OC geh
Nähe des Aequators wird ein Lufttheilchen D von de
sehr nahe nach W getrieben, aber auf eben dieses Thei
der aus NO kommende Strom DF, beide Kräfte
dieses Theilchen eben so, als ob der Wind aus der Ri
zwischen N und O käme. So erhalten wir Luftströ
sich immer weiter von O entfernen, je größer der Ab
Aequator wird [71]). Dieses Zusammentreffen der bei
findet in der Natur freilich nicht Statt, indem beide
Zwischenraum getrennt sind, in welchem Windstillen
derliche Winde herrschen, aber die Construction bleib
Falle nahe dieselbe, indem der NO auf eine ruhende
trifft, welche ihm hinreichenden Widerstand entgege
durch ebenfalls nothwendig ein Strom zwischen O un
stehen muß.

Entsteht auf die genannte Art in den unteren R
Wind zwischen O und dem sichtbaren Pole, so entst
obern ein eben solcher zwischen W und dem unsichtb
also in der nördlichen Halbkugel SW, in der südli
Die Luft strömt hier von dem Aequator nach den Pole
steht also nördlich vom Aequator ein S wind, da abe
einen kleinern Parallelkreis kommt, so eilt er mit sein
quator erlangten größern Drehungsgeschwindigkeit d
gung der Erde vorauf, er scheint also aus W zu komm
W geben dann die zusammengesetzte Richtung SW.

Wir haben bisher angenommen, daß die ganze
Wasser bedeckt sey, aber bedeutende Ländermassen mit z
sehr hohen Gebirgen durchschneiden die Aequinoctialmee
türlich müssen diese auf die Erwärmung der Erde und
tung der Luftströmungen einen großen Einfluß äußern

71) Daniell Essays p. 102 stellt eine ähnliche Idee auf,
erst bekannt wurde, als ich die obige Construction entworfen

n Lande ſelbſt kann die Richtung der Winde durch die ungleiche ge der Orte vielfach abgeändert werden. Da wir bisher wenig elmäßige Beobachtungen über die Winde tiefer im Lande ben, ſo wollen wir uns vorzugsweiſe damit begnügen, die inde auf dem Meere zu betrachten. Wir wollen deshalb drei oße Meerbecken, von denen jedes die allgemeinen Geſetze etwas odificirt, unterſcheiden, den großen Ocean zwiſchen America Oſten, und Aſien nebſt Neu-Holland im Weſten; das atlantiſe Meer zwiſchen dem alten und neuen Continente, und endlich s indiſche Meer, als deſſen weſtliche Gränze wir Africa annehmen, und deſſen öſtliche Gränze wir erhalten, wenn wir eine nie von Japan nach Süden durch die Marianen und Neu-Guinea ziehen und dieſe durch die nördliche und weſtliche Küſte von eu-Holland verlängern. Keins dieſer drei Becken kommt unm fingirten Zuſtande ſo nahe als der große Ocean, ſeine Dienſionen ſind nach allen Seiten ſehr groß, und nur an einzelnen tellen befinden ſich Inſeln von geringer Größe. Deshalb wolen wir unſere Betrachtungen mit dieſem beginnen.

Der NO-Paſſat herrſcht auf dieſem Meere in einiger Entrnung vom Lande zwiſchen dem Aequator und dem nördlichen endekreiſe ziemlich regelmäßig. Die ſpaniſche Galliote nahm ren Weg von Acapulco nach Manilla alljährlich mit dieſem inde, und es iſt wahrſcheinlich, daß ſie ſich ſehr wenig von rem gewöhnten Wege entfernte, weil ſonſt ſehr viele erſt in ueren Zeiten entdeckte Inſeln hätten aufgefunden werden müſn. Cook, welcher im Februar von den Sandwichs-Inſeln ach der Nordweſtküſte Americas ging, behielt dieſen Wind bis 0° N, während Vancouver auf ſeiner Reiſe nach Norden enſelben im März in 21° N verlor[72]), und in eben dieſer Breite erlor ihn Kruſenſtern auf dem Wege von den Sandwichsinſeln nach Japan[73]). Im November fand ihn Kotzebue in

72) Vancouver Voyage I, 191.

73) Langsdorf Reiſe I, 172, eine Abhandlung von Kruſenſtern über die Winde und Strömungen im großen Ocean, in der Einleitung zu dem Recueil de memoires hydrographiques pour servir d'analyse à l'Atlas de l'Ocean pacifique. 4. Petersbourg 1824, konnte ich nicht benutzen.

22° 34′ N [74]), verlor ihn aber im März in 20° 15′ [75]), während Clerke auf Cook's dritter Reiſe in eben dieſer Jahreszeit in 20° N noch keinen beſtimmten Wind hatte [76]). Im September, alſo im Anfange des Herbſtes, fand Kotzebue die nördliche Gränze in 26° 41′ N [77]). Auf ſeiner letzten Reiſe fand derſelbe ihn im Mai in der Nähe des Wendekreiſes [78]), dagegen im December erſt mehrere Grade ſüdlicher [79]). Nach dieſen Thatſachen glaube ich annehmen zu dürfen, daß die nördliche Gränze des NO-Paſſates im Durchſchnitte in etwa 23° N liege, daß ſie im Sommer etwas weiter nach Norden, im Winter weiter nach Süden rücke. Für die ſüdliche Gränze wollen wir 2° N annehmen.

Auf eben dieſem Meere treffen wir ſüdlich vom Aequator den SO-Paſſat. Cook glaubt, daß derſelbe ſich auf dieſem Meere nicht weiter als bis 20° S erſtrecke, indem er in höhern Breiten gewöhnlich einen friſchen Wind aus W hatte, welcher vielleicht ſelbſt in geringern Breiten den Oſtwind zurückdrängen mochte; ſogar auf Otaheiti hatte er im Julius 1769 oft zwei bis drei Tage friſche Winde aus SW [79a]). Carteret hatte im Julius in 28° S veränderliche Winde, und erſt im 16° S zeigte ſich der wahre Paſſat [80]). Als Cook im Auguſt von Neu-Seeland nach Otaheiti ging, fand er den Paſſat erſt in 19° 36′ S [81]), vorher hatte er bis 20° S vorzugsweiſe NWwinde, ſelbſt ehe er den Wendekreis des Krebſes erreichte. Am 1ſten März fand Vancouver die Gränze in 23° S, während er im December in 25° 26′ S Winde aus OSO hatte [82]). Im April iſt nach la Perouſe der Paſſat noch nicht in 27° S con-

74) Kotzebue Reiſe II, 11.
75) Ebend. II, 98.
76) Troisième Voyage de Cook IV, 112.
77) Kotzebue Reiſe II, 110.
78) Kotzebue Neue Reiſe II, 1.
79) Ebend. II, 83.
79a) Hawkesworth Geſchichte der Seereiſen II, 243.
80) Ebend. I, 344.
81) Cook Second Voyage I, 140.
82) Vancouver Voyage I, 94.

[83]), ja Krusenstern traf ihn in diesem Monate erst in 45′ S [84]). Als Marchand am Ende Mais zwischen 19° 16° S nach den Marquesas-Inseln ging, hatte er noch ver- rliche Winde. Noch mehrere andere Thatsachen, welche mme [85]) mittheilt, scheinen darauf zu deuten, daß die Po- ränze dieses Passates etwas näher am Aequator liege, als die- beim NO-Passate der Fall ist. Wir wollen seine südliche inze zu etwa 21° annehmen, während seine nördliche in 2 bis S liegt.

So haben wir in den Aequinoctialgegenden auf dem großen an zwischen 23° N und 2° N den NO-Passat, zwischen 2° 21° S den SO-Passat. Diese Winde erstrecken sich über ganze Meer bis zu den Philippinen und Neu-Holland, zei- sich jedoch erst in einiger Entfernung von der americanischen te, so 50 bis 60 Meilen westlich von Mexico und 100 bis 0 Meilen westlich von Peru. Wir wollen diesen Unterschied verschiedenen Küstengegenden hier zunächst übersehen. In dem ischenraume zwischen beiden Passaten wird die Luft am stärk- erwärmt, dort ist der aufsteigende Luftstrom am lebhaftesten, d die Richtung des Windes in der Horizontale wird durch die- Aufsteigen sehr vermindert. Theils diese horizontale und ver- ale Richtung der Ströme, theils das Zusammentreffen des ern und untern Stromes wahrscheinlich in geringer Entfernung m Boden sind Ursache, daß hier keine regelmäßigen Winde rschen. Diese kommen aus den verschiedensten Richtungen, d Windstillen wechseln unaufhörlich mit heftigen Windstößen d Orcanen (Tornados oder Travados der Spanier und Portu- sen). Wir wollen diesen Gürtel die Region der Calmen gion des calmes der Franzosen) nennen.

Bei den bisherigen Untersuchungen nahmen wir an, daß Sonne im Aequator stehe; ändert sich aber ihre Declination, t sie z. B. nach Norden, so rückt offenbar die Region der ßten Wärme ebenfalls dorthin, es müssen daher alle vier änzen der Passate dahin folgen. Daß dieses wirklich der Fall

[83]) la Perouse Voyage II, 83.
[84]) Langsdorf Reise I, 74.
[85]) Romme Tableaux des vents I, 79.

ſt, darauf deuten die oben für verſchiedene Jahreszeiten gegebenen Gränzen. Läge die höchſte Temperatur ſtets in der Gegend, deren Breite mit der gleichnamigen Declination der Sonne zuſammenfällt, ſo würde die Mitte von der Region der Calmen ſich ſehr leicht beſtimmen laſſen. Aber einerſeits tritt die größte jährliche Wärme erſt ein, wenn die Sonne durchs Zenith gegangen iſt, andrerſeits aber iſt zu dieſer Bewegung der Luft ſtets einige Zeit erforderlich; daher rücken die Gränzen bei nördlicher oder ſüdlicher Declination der Sonne nur einige Grade nach Norden oder Süden. Mangel an einer hinreichenden Zahl von Beobachtungen verhindert mich, die Größe dieſer Oscillation genau zu beſtimmen, ſchwerlich aber möchte ſie die Größe von 3 bis 4 auf jeder Seite der mittleren Lage überſteigen.

Weit bekannter als auf dem großen Oceane ſind die Paſſate auf dem atlantiſchen Meere, indem hier Reiſende ſeit mehreren Jahrhunderten eine ſchätzbare Reihe von Thatſachen geſammelt haben. Schon auf der erſten Reiſe durch dieſes Meer wurde dieſe Beſtändigkeit der Winde bemerkt, und ſie war der Hauptgrund, warum die Leute des Columbus ſo ſehr auf die Beendigung der Reiſe drangen, indem ſie glaubten, ſie würden keinen günſtigen Wind zur Rückkehr antreffen [86]). In ihrem Verhalten zeigen ſie einige Abweichung von denen in der Südſee. Nach vielen Thatſachen, welche Romme geſammelt hat [87]) und deren Aufzählung hier zu weit führen würde, können wir die nördliche Gränze des NO-Paſſates in der Mitte des Meeres in etwa 28° bis 30° N. legen, die ſüdliche Gränze liegt im Mittel in etwa 8° N, worauf bis etwa 3° N die Region der Calmen und ſodann bis 28° oder 29° S der SO-Paſſat folgt. Jedoch ſcheinen die Winde auf dem ſüdlichen Theile des atlantiſchen Meeres auf einer Strecke von wenigſtens 200 (engliſchen) Meilen öfter Unregelmäßigkeiten unterworfen zu ſeyn. So hatte Tuckey ſüdlich von 20° S Winde, welche jeden Augenblick wechſelten und aus allen Gegenden des Horizontes kamen, ſeiner Meinung nach wegen der hohen Lage des benachbarten Continentes [88]).

86) Navarette Voyages de Colomb II, 24.

87) Romme Tableaux I, 300 fg.

88) Tuckey Neu-Süd-Wales, in Weimar. Bibl. d. Reiſ. XXIV, 27.

Weit genauer als im großen Oceane kennen wir die von Jahreszeiten abhängigen Veränderungen der Gränzen. Schon hn Seller bestimmte im J. 1675 die südliche Gränze des O-Passates [89]). Nach ihm soll dieselbe im Januar, Februar d März in 4° N, im April in 5°, im Mai in 6°, im Junius 8°, im Julius in 9°, im August in 11°, im September in °, im October in 8°, im November in 6° und im December 5° N liegen. Horsburgh bestimmte nach den Zeugnissen 238 Ostindienfahrern die Gränzen für die Mitte des Meeres 8° bis 26° W von Greenwich) folgendermaßen: [90])

Monat	Südliche Gränze des NO-Passates	Nördliche Gränze des SO-Passates	Breite der Region der Calmen
Januar	5°,75 N	2°,75 N	3°
Februar	6	1,25	4,75
März	5,25	1,25	4
April	5,75	1,25	4,5
Mai	6,5	2,75	3,25
Junius	9	3	6
Julius	12	3,5	8,5
August	13	3,25	9,75
September	11,75	3	8,75
October	10	3	7
November	8	3,75	4,25
December	5,5	3,25	2,25

Hiernach liegen die Gränzen etwa im März und September, also fast zwei Monate nachdem die jährlichen Temperaturextreme in höheren Breiten eingetreten sind, am meisten südlich oder nördlich, und es beweist diese Tafel hinreichend dasjenige, was oben von der Verrückung der Passate in dem großen Ocean gesagt wurde.

Zwei Punkte fallen in der obigen Tafel auf. Das ganze Jahr hindurch liegt die nördliche Gränze des SO-Passates in der nördlichen Halbkugel [91]); sodann ist der Raum zwischen beiden

89) Nach Horsburgh Indian directory. 4. London 1817. I, 26. bei Spix und Martius Reise nach Brasilien I, 78.

90) Spix und Martius l. l. p. 88.

ſt, darauf deuten die oben für verſchiedene Jahreszeiten gegebenen Gränzen. Läge die höchſte Temperatur ſtets in der Gegend deren Breite mit der gleichnamigen Declination der Sonne zuſammenfällt, ſo würde die Mitte von der Region der Calmen ſich ſehr leicht beſtimmen laſſen. Aber einerſeits tritt die größte jährliche Wärme erſt ein, wenn die Sonne durchs Zenith gegangen iſt, andrerſeits aber iſt zu dieſer Bewegung der Luft ſelbſt einige Zeit erforderlich; daher rücken die Gränzen bei nördlicher oder ſüdlicher Declination der Sonne nur einige Grade nach Norden oder Süden. Mangel an einer hinreichenden Zahl von Beobachtungen verhindert mich, die Größe dieſer Oscillation genauer zu beſtimmen, ſchwerlich aber möchte ſie die Größe von 3 bis 4° auf jeder Seite der mittleren Lage überſteigen.

Weit bekannter als auf dem großen Oceane ſind die Paſſate auf dem atlantiſchen Meere, indem hier Reiſende ſeit mehreren Jahrhunderten eine ſchätzbare Reihe von Thatſachen geſammelt haben. Schon auf der erſten Reiſe durch dieſes Meer wurde dieſe Beſtändigkeit der Winde bemerkt, und ſie war der Hauptgrund, warum die Leute des Columbus ſo ſehr auf die Beendigung der Reiſe drangen, indem ſie glaubten, ſie würden keinen günſtigen Wind zur Rückkehr antreffen [86]). In ihrem Verhalten zeigen ſie einige Abweichung von denen in der Südſee. Nach vielen Thatſachen, welche Romme geſammelt hat [87]) und deren Aufzählung hier zu weit führen würde, können wir die nördliche Gränze des NO-Paſſates in der Mitte des Meeres in etwa 28° bis 30° N. legen, die ſüdliche Gränze liegt im Mittel in etwa 8° N, worauf bis etwa 3° N die Region der Calmen und ſodann bis 28° oder 29° S der SO-Paſſat folgt. Jedoch ſcheinen die Winde auf dem ſüdlichen Theile des atlantiſchen Meeres auf einer Strecke von wenigſtens 200 (engliſchen) Meilen öfter Unregelmäßigkeiten unterworfen zu ſeyn. So hatte Tuckey ſüdlich von 20° S Winde, welche jeden Augenblick wechſelten und aus allen Gegenden des Horizontes kamen, ſeiner Meinung nach wegen der hohen Lage des benachbarten Continentes [88]).

86) Navarette Voyages de Colomb II, 24.

87) Romme Tableaux I, 300 fg.

88) Tuckey Neu-Süd-Wales, in Weimar. Bibl. d. Reiſ. XXIV, 27.

Halbkugel am kleinsten, in der südlichen am größten. Wäre die gegebene Erklärung die richtige, so würde hieraus folgen, daß die mittlere Temperatur des Winters in der nördlichen Halbkugel bedeutend größer sey, als die des Sommers in der südlichen: ein Resultat, welches gewiß der Natur nicht entspricht. Dieses Phänomen muß daher in einer andern Ursache gesucht werden und diese scheint in der eigenthümlichen Gestalt des Meerbeckens zu liegen, wie dieses Romme [94]) und Humboldt [95]) schon früher bemerkt haben.

In dem nördlich vom Aequator liegenden Theile von Süd-America finden wir die hohen Gebirge des Freistaates von Columbia, von denen im Norden das Antillenmeer, im Osten das atlantische Meer liegen. Bei südlicher Declination der Sonne sind diese Meere schon nach dem allgemeinen Gange der Temperatur wärmer als das Festland; durch den Meeresstrom, welcher am Maranon vorbeigehend in das Caraibenmeer fließt und hier gewissermaaßen die Quelle des Golfstromes bildet [96]), wird diese Temperaturdifferenz noch erhöht. Daher wird hier eine südliche Luftströmung entstehen, welche dann, wenn sie auf den allgemeinen Ostwind trifft, eine zusammengesetzte südöstliche Bewegung erzeugen und dadurch das Vordringen des NO-Passates verhindern wird. Dazu kommt, daß der ganze Umriß der Küste sehr nahe mit der Richtung des SO-Passates zusammenfällt; wenn dieser also bis in die Nähe des Aequators gekommen ist, so wird die östliche Luftströmung offenbar die Richtung wählen, in welcher sie den geringsten Widerstand findet, also nach NW gehen.

Der Passat zeigt sich eben so wie bei America's Westküste erst in einiger Entfernung von Africa; etwas nördlich vom Aequator scheint hier ein hohes Plateau zu liegen, dessen Spitzen zum Theil so hoch seyn sollen, daß sie in die Region des ewigen Schnees reichen. In 5° N biegt sich die Küste und mit ihr die Gebirge plötzlich nach Osten. Durch diese Configuration wird offenbar einerseits das Vordringen des NO-Passates nach Süden

94) Romme Tableaux des vents I, 314.

95) Humboldt Voyage II, 6.

96) Humboldt Voyage I, 122, und Sabine in Schweigger's Jahrbuch N. R. XXI, 377.

Paſſaten bei nördlicher Declination der Sonne größer, als b
ſüdlicher.

Für die erſte von dieſen Erſcheinungen ſind mancher
Gründe angegeben worden, namentlich hat man die Ungleichh
in der Temperatur der nördlichen und ſüdlichen Halbkugel a
nannt. Die Gränze beider Paſſate ſoll nämlich da liegen, w
ſich die mittleren Temperaturen beider Halbkugeln das Gleich
wicht halten; da nun die ſüdliche Halbkugel kälter iſt als d
nördliche, ſo muß zu jener noch ein Theil von dieſer addirt wer
den, wofern die mittlere Wärme beider Theile gleich ſeyn ſo
und daher muß ſich der SO-Paſſat noch bis in die nördli
Halbkugel erſtrecken. P. Prévoſt, welcher dieſe Anſicht zu
örtern ſuchte [92]), bemühte ſich dieſe Gränze aus verſchieden
von ihm angenommenen Verhältniſſen der mittleren Wärme a
zuleiten, aber die von ihm gefundenen Größen entfernen ſich zum
Theil ſehr bedeutend von der Wahrheit. Nur in dem Falle, w
er annahm, daß ſich die mittlere Wärme der nördlichen Hal
kugel zu der in der ſüdlichen wie 11:9 verhalte, erhielt er fü
die Gränze beider Paſſate 5° 15′ N, mit der Erfahrung noch
übereinſtimmend, jedoch möchte dieſe ungeheure Temperaturdiffe
renz der Natur wohl ſchwerlich entſprechen. Wäre dieſe Hypo
theſe die richtige, ſo müßte auch in dem großen Oceane di
Gränze des SO-Paſſates in der nördlichen Halbkugel liegen,
was durch die Erfahrung nicht beſtätigt zu werden ſcheint, wenig
ſtens traf Anſon dieſelbe im Januar in 7° S, und Kotzebue
im December in 14° 40′ S [93]). Auch die Lage dieſer Gränze in
verſchiedenen Jahreszeiten macht dieſe Hypotheſe wenig wahr
ſcheinlich. Die Mitte von der Region der Calmen (P.'s Gränze
beider Paſſate) liegt im December, Januar und Februar in
etwa 4° N; um eben dieſe Zeit iſt die Wärme in der nördlichen

91) Dieſes erwähnen auch faſt alle mir bekannten Reiſenden; es ſcheint
demnach, daß die Behauptung von Capper (Bibl. britann. XXVI,
328), nach welcher ſich der NO-Paſſat bei ſüdlicher Declination der
Sonne bis in die ſüdliche Halbkugel erſtrecken ſoll, auf einem Irr-
thume beruhe.

92) Journal de phyſique 1791. XXXVIII, 365—374.

93) Kotzebue Reiſe I, 104.

hkugel am kleinsten, in der südlichen am größten. Wäre die bene Erklärung die richtige, so würde hieraus folgen, daß mittlere Temperatur des Winters in der nördlichen Halbkugel utend größer sey, als die des Sommers in der südlichen: ein ultat, welches gewiß der Natur nicht entspricht. Dieses nomen muß daher in einer andern Ursache gesucht werden diese scheint in der eigenthümlichen Gestalt des Meerbeckens liegen, wie dieses Romme [94]) und Humboldt [95]) schon er bemerkt haben.

In dem nördlich vom Aequator liegenden Theile von Süd- erica finden wir die hohen Gebirge des Freistaates von Colum- , von denen im Norden das Antillenmeer, im Osten das at- ntische Meer liegen. Bei südlicher Declination der Sonne sind se Meere schon nach dem allgemeinen Gange der Temperatur ärmer als das Festland; durch den Meeresstrom, welcher am aracanon vorbeigehend in das Caraibenmeer fließt und hier ge- issermaaßen die Quelle des Golfstromes bildet [96]), wird diese emperaturdifferenz noch erhöht. Daher wird hier eine südliche uftströmung entstehen, welche dann, wenn sie auf den allgemei- en Ostwind trifft, eine zusammengesetzte südöstliche Bewegung zeugen und dadurch das Vordringen des NO-Passates verhin- ern wird. Dazu kommt, daß der ganze Umriß der Küste sehr ahe mit der Richtung des SO-Passates zusammenfällt; wenn eser also bis in die Nähe des Aequators gekommen ist, so wird e südöstliche Luftströmung offenbar die Richtung wählen, in welcher e den geringsten Widerstand findet, also nach NW gehen.

Der Passat zeigt sich eben so wie bei America's W-stküste st in einiger Entfernung von Africa; etwas nördlich vom Ae- uator scheint hier ein hohes Plateau zu liegen, dessen Spitzen im Theil so hoch seyn sollen, daß sie in die Region des ewigen Schnees reichen. In 5° N biegt sich die Küste und mit ihr die Gebirge plötzlich nach Osten. Durch diese Configuration wird ffenbar einerseits das Vordringen des NO-Passates nach Süden

94) Romme Tableaux des vents I, 314.

95) Humboldt Voyage II, 6.

96) Humboldt Voyage I, 122, und Sabine in Schweigger's Jahrbuch N. R. XXI, 377.

verhindert, andererſeits aber wird auch hier der SO-Paſſat ſich etwas weiter ausbreiten, indem er derjenigen Richtung folgt, in welcher er ſich am leichteſten bewegen kann. Beide Umſtände werden bewirken, daß auch hier der Wind etwas weiter nach Norden rückt. Wenn auf dieſe Art der Paſſat an den Gränzen dieſes ohnehin ſchmalen Meerbeckens in die nördliche Halbkugel dringt, ſo wird begreiflich, daß dieſes auch nach und nach in der Mitte erfolgen müſſe. Wenig wahrſcheinlich aber ſcheint es hiernach, daß die Gränze mit einem Parallelkreiſe zuſammenfalle, vielleicht bildet ſie einen gegen den Südpol convexen Bogen; doch fehlt es mir ganz an Thatſachen, dieſen Punkt auszumitteln.

Wenn der SO-Paſſat nach und nach weiter nach Norden rückt, ſo nimmt derſelbe allmählig einen Antheil an der vermehrten Drehungsgeſchwindigkeit am Aequator, und wenn er endlich in die nördliche Halkugel tritt, ſo behält er zwar noch immer die öſtliche Richtung bei, ſeine Geſchwindigkeit wird aber etwas vermindert, weil er in kleinere Parallelkreiſe kommt und alſo ein Streben hat, in einen Weſtwind überzugehen. Dieſe Gegenwirkung gegen die öſtliche Richtung wird deſto bedeutender, je weiter wir uns vom Aequator entfernen, und hierin ſcheint mir der Grund davon zu liegen, daß die Region der Calmen bei nördlicher Declination der Sonne eine größere Breite hat, als bei ſüdlicher.

Ehe wir zu den Winden in dem dritten großen Meerbecken übergehen, will ich noch eines Umſtandes gedenken, welcher der oben gegebenen Erklärung der Paſſate zur Beſtätigung dient. Nach dieſer Hypotheſe muß in den oberen Regionen der Atmoſphäre ein Luftſtrom zwiſchen Weſten und dem unſichtbaren Pole herrſchen. Mehrere Thatſachen beſtätigen auch die Exiſtenz deſſelben. Während auf der an dem öſtlichen Rande der Antillenkette liegenden Inſel Barbados der gewöhnliche NO-Paſſat wehete, waren die Bewohner nicht wenig erſtaunt, als auf ihre Inſel vulcaniſche Aſche herabfiel; einige Zeit ſpäter erfuhren ſie, daß dieſe von dem Vulcan auf der weſtlich liegenden Inſel St. Vincent gekommen ſey [97]); auf der Spitze des Pics auf Teneriffa

97) L. v. Buch Canariſche Inſeln S. 68. Daniell Essays p. 103.

id westliche Winde vorherrschend, selbst dann, wenn auf dem
eere der NO-Passat weht [98]); dieser W-wind steigt und sinkt,
nachdem die Sonne weiter nach Norden oder Süden geht [99]).
ben so berichtet F. Paludan, ein mit den tropischen Meeren
enau bekannter Seemann, daß die Wölkchen in den höheren
chichten sich häufig gegen den Passat bewegen [100]).

In welcher Höhe die Gränze beider Winde liege, ist bisher
och unbekannt, wahrscheinlich möchte sie in der Nähe des Aequa-
rs und der Polargränzen den Boden berühren und auf diese Art
ne krumme Fläche bilden, deren Höhe in der Mitte eines jeden
assates am größten ist. Auf der Silla de Caracas in 10° 51′ N
nd 1350ᵗ Höhe fand Humboldt noch den O-Passat und er
laubt, daß er sich hier noch in einer Höhe von wenigstens 1500ᵗ
ige, während man auf dem Pic von Teneriffa den W-wind in
900ᵗ trifft [1]).

An der Ostküste der Continente bildet dieser Passat gewissers-
naßen einen weiter verbreiteten Seewind, und daher geschieht es,
aß die Polargränzen der Passate an America's Ostküste etwas
eiter vom Aequator abstehen, als an Africa's Westküste. Wenn
ieſe Winde ins Land dringen, so wird ihre Richtung durch Ge-
irge meistens geändert. Nur auf den Ebenen Südamerica's
eigt sich derselbe, es geschieht hier wohl, daß man ihn in den
untern Regionen der Atmosphäre nicht bemerkt, während er oben
fortweht. So fand A. v. Humboldt am 27sten April auf
dem Orinoco, in 3° 54′ N, daß sich die Wolken mit Schnellig-
keit von O nach W bewegten, während unten vollkommene Winds-
stille herrschte [2]). Unter günstigen Umständen kann dieser Wind
sehr tief ins Land dringen. In dem im Allgemeinen von O nach
W laufenden Becken des Amazonenstromes weht derselbe so leb-
haft, daß man von Gran-Para nach Tefe, eine Strecke von
560 Meilen (750 lieues), gegen den Strom mit diesem Winde
segelt. In der Provinz Jaen de Bracamoros am Fuße des west-
lichen Abhanges der Cordilleren, wo der Amazonenstrom durch

98) Humboldt Voyage IV, 259. 99) v. Buch l. l.
100) Schouw Klimatologie I, 55.
1) Humboldt Voyage IV, 259
2) Humboldt Voyage VII, 277.

die Bergkette brechend, ſeinen bisher in der Richtung des Meridianes verfolgten Lauf verläßt, artet derſelbe häufig in einen wahren Sturm aus [3]). Und auch über die Ebenen von Buenos-Ayres können dieſe Oſtwinde bis zum Kamme der Anden aufſteigen [4]).

Es iſt begreiflich, daß ein jeder der beiden Paſſate in der Mitte ſeiner Region am regelmäßigſten wehen werde, und da es hier an einem Zuſammentreffen entgegengeſetzter Winde und an einem Wechſel derſelben fehlt, ſo iſt der Himmel ſtets heiter und Regen gehört zu den Seltenheiten. Die Schiffer ſuchen daher auf ihren Reiſen von Europa nach America denſelben ſo vortheilhaft als möglich zu benutzen. Von Madeira gehen ſie ſchnell nach Süden bis in die Nähe des Wendekreiſes, und dann ſegeln ſie nach Weſten. Und ſo ſicher iſt dieſe Reiſe und ſo unbedeutend die Arbeit des Matroſen, daß die ſpaniſchen Seeleute dieſen Theil des atlantiſchen Meeres den Golf der Frauen (el golfo de las Damas) nennen [5]). Nur ſelten zeigen ſich hier unregelmäßige Winde, und daher wird das Jahr 1803 noch lange als eine merkwürdige Ausnahme angeſehen werden, indem mehrere ſpaniſche Schiffer in 14° N und 48° W (Paris) einen ſtarken NNW wind trafen [6]), gerade ſo wie Kotzebue im December des in Europa ſo ſtürmiſchen und Unheil bringenden Jahres 1824 auf dem großen Oceane innerhalb der Region des Paſſates einen heftigen Sturm aus W hatte [7]).

Verwickelter als in den beiden bisher betrachteten Meerbecken iſt das Verhalten der Winde im indiſchen Meere [8]); der Einfluß der benachbarten Ländermaſſen giebt ſich hier auf eine ſehr

3) Humboldt Voyage VII, 211.

4) Lambert in den Annales de chemie XLII, 395.

5) Humboldt Voyage II, 3.

6) Humboldt Voyage II, 8.

7) Kotzebue Neue Reiſe II, 88.

8) Als Quellen für dieſe Gegend dienen vorzüglich Forrest on Monsoons im Journey to the Mergui Archipelago. 4. London. Capper on Winds and Monsoons. 4. London 1800, wovon ich jedoch nur den Auszug in der Bibliothèque britannique Bd. XXVII benutzen konnte. Semeyns in den Verhaandelingen van het Maatsch. te Haarlem Bd. III. le Gentil Voyage Bd. I, und Romme Tableaux im Abſchnitte Indiſches Meer.

uffallende Art zu erkennen, und wir treffen hier den Paſſat nur
n einem Theile des Meeres, während in dem übrigen Theile
igentliche Monſſons wehen. Ein Theil der Verhältniſſe von die-
en ergiebt ſich jedoch aus der Geſtalt der Nachbarländer. Im
Weſten des Meeres liegt, ſich von SSW nach NNO erſtreckend,
Africa; alle Angaben, welche Ritter mit ſorgfältiger Kritik zu-
ammengeſtellt hat, deuten darauf, daß wir hier ein hohes Pla-
eau haben, deſſen Vorſtufen am Zambeze und im Alpenlande
habeſch genauer erforſcht ſind. Nördlich von dieſem Meere lie-
en Arabien und Perſien, beide abgeſonderte Plateaus von mäſſi-
er Höhe bildend, beide in hohem Grade trocken, ohne Flüſſe
nd nur dürftig mit Vegetation bedeckt. Südlich von den Sand-
üſten an den Mündungen des Indus tritt plötzlich das Plateau
indoſtan in dieſes Meer, welches ſich tief bis gegen Süden er-
reckt, und in deſſen Norden die mit ewigem Schnee bedeckte
ette des Himalaya, ſo wie das Hochland von Tibet liegen.
teil fällt Hindoſtan an der Weſtküſte Malabar gegen das Meer,
ährend das Gebirge an der Küſte Coromandel ſanfter anſteige.
Die Höhe des Plateaus über dem Meere iſt ziemlich gleichförmig,
ur weſtlich von der Nordſpitze Ceylons ſenkt ſich daſſelbe bedeu-
end, und dieſe Senkung giebt zu localen Aenderungen der Winde
Gelegenheit. Oeſtlich von dem bengaliſchen Meerbuſen liegt das
enig bekannte Hinter-Indien; das Land erſtreckt ſich von hier
m Allgemeinen nach NO, ein hohes Gebirge liegt nördlich vom
hineſiſchen Meere, welches im Oſten von der Kette der Philip-
inen begränzt wird. Im Süden und Oſten der Halbinſel Ma-
acca treffen wir große, zum Theil mit hohen Bergen bedeckte
Inſeln, von denen das vom Aequator durchſchnittene Sumatra,
Java, Borneo und Celebes die wichtigſten ſind. Südlich von
dieſer Gruppe liegt Neu-Holland; das Innere deſſelben iſt uns
bisher unbekannt, aber der Mangel an Flüſſen ſcheint darauf zu
deuten, daß wir hier weder hohe Gebirge noch Hochländer zu
ſuchen haben; die große Trockenheit der Winde faſt an allen Kü-
ſtenpunkten der Inſel und welche ſich ſchon 70 Meilen (100 lieues)
von der Küſte zeigt [9]), macht es wenig wahrſcheinlich, daß im
Innern große Waſſermaſſen vorhanden ſeyen.

9) Péron Voyage I, 65.

Da diese Ländermassen sich sehr weit in die gewö
gion der Passate erstrecken, so üben sie einen bedeuten
auf ihre Richtung aus. Wenn auch die mittlere Je
in derselben Breite über dem Festlande und Meere gl
werden sich doch in den verschiedenen Jahreszeiten zwi
sehr bedeutende Differenzen zeigen; durch die hohen
Norden wird das Abfließen der obern Luftmassen ent
gehindert, oder doch erschwert.

Beginnen wir unsere Betrachtung mit dem Jan
um diese Zeit die Temperatur des südlichen Africa
die von Asien am kleinsten; die Temperatur des nördl
vom indischen Meere größer als die des Festlandes, al
als die des südlichen Theiles in gleicher Breite. Das
der Temperaturen ist jetzt nahe eben so als auf unser
Meere, in beiden Halbkugeln finden wir östliche gegen
der größten Wärme gerichtete Ströme; es herrscht vo
bis zum April südlich vom Aequator der eigentliche S
nördlich von jenem der NO-Passat, welcher hier der
son heißt, und zwischen beiden liegt die Region der Ca
nördliche Gränze des SO-Passates treffen wir dann
lich vom Aequator. Kehrt hierauf die Sonne nach
rück, so wird die Temperatur über dem Festlande
nahe gleich, in der nördlichen Halbkugel wird sich kei
ner Wind zeigen, wir treffen veränderliche Ströme
den Windstillen heftige Orcane, während der SO-Pa
oben angegebenen Raume das ganze Jahr hindurch
Wird endlich die nördliche Declination der Sonne b
dann steigt die Temperatur über Asien schneller, als
Meere, während sie in Neu-Holland und dem südli
sinkt. Im Julius und August, wo diese Wärmed
größten ist, finden wir daher in den untern Schichte
nördlichen Theile des Meeres Strömungen, welche i
nen gegen das Land gerichtet sind. Beachten wir d
tige Lage der beiden großen Ländermassen, deren Ten
ferenz am größten ist, nebst dem Einflusse der Axend
Erde, dann folgt von selbst, daß dieser Luftstrom i
nen aus SW kommen muß. Dieser SW-Mousson h
April bis zum October. Während also in dem südl

eſes Meeres das ganze Jahr der gewöhnliche Paſſat herrſcht, effen wir im Norden vom April bis October den SW-Mouſ- n, vom October bis April den NO-Mouſſon.

Dieſe allgemeinen Verhältniſſe erleiden jedoch in manchen Gegenden vielfache Aenderungen, von denen ich nur einige der bedeutenderen erwähnen werde. Die Zeit, wo die Mouſſons wechſeln, iſt nicht in ſo ſcharfe Gränzen eingeſchloſſen, als hier oben angegeben wurden, ſie hängt für jeden Ort von ſeiner Breite ab; auch erfolgt der Uebergang von dem einen zum andern durch veränderliche Winde und Windſtillen. Dieſer Wechſel erfolgt früher in den oberen Schichten der Atmoſphäre, als in der Nähe des Bodens; drei bis vier Wochen vor dem Wechſel haben die höchſten Wolken eine Richtung, welche der des herrſchenden Mouſſons entgegengeſetzt iſt und mit der des folgenden zuſammenfällt. Le Gentil, dem wir dieſe Bemerkung verdanken, fügt hinzu, daß eben dieſe Bewegung der Wolken ganz der Theorie Halley's gemäß die Exiſtenz der beiden entgegengeſetzten Winde beweiſe [10]).

Die Gegend, in welcher der SO-Paſſat das ganze Jahr regelmäßig weht, liegt zwiſchen 12° S und 28° S. Als Carteret im October von Java nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung ging, hatte er denſelben während der ganzen Reiſe [11]). Am Ende Februars fand ihn Cook auf ſeiner erſten Reiſe 75 Meilen ſüdlich und 45 Meilen weſtlich von Java; derſelbe bemerkt, daß ſich um dieſe Zeit der SO-Paſſat bis 10° oder 12° S erſtrecke, während der NO-Mouſſon die ſüdliche Breite von 6° oder 8° erreiche [12]). In eben dieſem Monate traf King denſelben nach einem heftigen Windſtoße aus Süden in 13° S. [13]), obgleich hier Kotzebue um dieſelbe Jahreszeit noch einen ſtarken Sturm aus W hatte [14]). Die ſüdliche Gränze dieſes Windes iſt im Januar mehrere Grade weiter vom Aequator entfernt, als im

10) le Gentil Voyage I, 485.

11) Hawkesworth Geſchichte I, 442. 12) Ebend. III, 394.

13) Troisième Voyage de Cook IV, 469.

14) Kotzebue Reiſe II, 168.

Julius. Kotzebue fand denselben unfern Madagascar in 29° 19′ S [15]).

In der Nähe des Landes wird die Richtung dieses Windes mehrfach abgeändert. Bei nördlicher Declination der Sonne ist die Luft über Africa weit kälter, als über dem benachbarten Meere, es werden daher hier in den untern Regionen westliche Strömungen entstehen, welche den SO-Passat entweder aufheben oder wenigstens schwächen. Um diese Zeit finden wir daher auf Bourbon und Isle de France Windstillen und veränderliche Winde [16]), während auf der schon weiter vom Lande entfernten Insel Rodriguez der SO-Passat vorherrscht [17]). Madagascar, von hohen Gebirgen durchschnitten, bildet ein Bollwerk gegen den Andrang des SO-Passates, daher kommt derselbe nicht in den Canal von Mosambique. Anders ist das Verhältniß bei südlicher Declination der Sonne, dann rückt der SO-Passat bis an die Küste, und die höhere Wärme des Landes ist Ursache, daß seine südliche Gränze hier weiter vom Aequator absteht, als in der Mitte des Meeres, gerade so wie dieses an der Ostküste des neuen Continentes der Fall war. Dann ist an der Südspitze von Madagascar der SO-Passat so lebhaft, daß er in den Canal von Mosambique eindringt und sich bis Sofola und den Inseln Bazarutto erstreckt [18]).

Die Nähe von Africa und Madagascar haben auf die Winde in dem oben genannten Canale einen sehr großen Einfluß. In einem großen Theile des Jahres wehen hier veränderliche Winde, man kann jedoch zwei Moussons unterscheiden. Vom April bis zum November kommen die Winde im ganzen Canale vorzugsweise aus SW, S, SO und OSO, also im Allgemeinen aus Süden, wie es die Breite dieser Gegenden erfordert; dann folgt späterhin der NO-Mousson, welcher auch die schon mehrmals

15) Kotzebue Reise II, 144. Da dieser Wind in seinem normalen Verhalten dem allgemeinen SO-Passat so ähnlich ist, so halte ich es für überflüssig mehr Thatsachen über ihn anzuführen. Diese finden sich in den Schriften von Romme, Capper, Forrest u. a.

16) Romme Tableaux I, 127. Péron Voyage I, 49.

17) Romme Tableaux I, 129.

18) Ibid. I, 132.

jährige Verrückung der Gränze der Winde mit der Sonne bei
igt [19]). Im Anfange des Novembers nämlich zeigt sich dieser
nd auf den am Eingange des Canales liegenden Comorro-In-
n, erst am Ende des Monates bemerkt man ihn in der südlicher
genden Bai St. Augustin. An seinem weiteren Vordringen
ch Süden wird er durch den hier herrschenden SO-Passat ge-
ndert [20]).

Gehen wir nach dem östlichen Rande dieses Meerbeckens, so
den wir hier im Allgemeinen eine flache sandige Küste, welche
dem fast stets heiteren Himmel sehr stark erwärmt wird, so
ß das Thermometer selbst im Winter der dortigen Gegenden
zu 30° steigt [21]). Bei südlicher Declination ist die Luft über
n Lande bedeutend wärmer, als über dem Meere; es entstehen
her hier locale, den SO-Passat aufhebende Winde; Reisende
ben hier westliche oder veränderliche Ströme gefunden, welche
sonders am Tage lebhaft wehen, während in der Nacht voll-
mmene Windstille herrscht (vielleicht durch Landwinde aufge-
ben, während der Seewind noch den W wind verstärkte?),
ie dieses aus den Erfahrungen von Dampier im Januar und
ärz [22]) und von Baudin im März hervorgeht [23]). Ist die
onne in der nördlichen Halbkugel, dann zeigen sich besonders
i Junius und Julius schwache östliche Winde, welche mit West-
inden wechseln [24]). Forrest vermuthet, daß um diese Zeit
dliche Winde vorherrschen [25]), und dieses scheint auch aus den
rfahrungen von Dampier im August hervorzugehen. An die-
r Küste, welche in der südlichen Breite von 25° nahe mit dem
Meridiane zusammenfällt, fand er zu dieser Jahreszeit statt der
stlichen Landwinde Ströme aus OSO oder SSO, welche nach

19) S. oben S. 180 und 181.

20) Romme Tableaux I, 130 u. 132.

21) Péron Voyage II, 211.

22) Bei Romme Tableaux I, 133.

23) Péron Voyage I, 133.

24) Ibid. I, 190.

25) Bei Romme Tableaux I, 133.

dem Parallelogramm der Kräfte auf eine Ablenkung durch ſüdliche Ströme deuten [26]).

Bei ſüdlicher Declination der Sonne herrſcht in dem nördlichen Theile dieſes Meeres ein Mouſſon, welcher der NO-Mouſſon heißt, weil der Wind in dem von den Europäern am meiſten beſuchten Theile dieſe Richtung hat, welche in andern Gegenden indeſſen N oder NW wird. Dann herrſcht zwiſchen dem Aequator und etwa 5° N von Sumatra bis Africa ein ziemlich regelmäßiger NO wind mit ſchönem Wetter. In der Nähe von Africa's Küſte zeigt ſich dieſer Wind früher regelmäßig, als auf dem Meere, früher am Aequator, als am Cap Guardafui. Im Januar, wo dieſer Wind am regelmäßigſten weht, werden in der Nähe von Africa durch Einwirkung dieſes Landes weſtliche Strömungen erzeugt, welche durch ihr Zuſammentreffen mit dem NO-Mouſſon veränderliche, aber meiſtens aus Norden kommende Winde verurſachen [27]).

In dem Raume, der zwiſchen dem Aequator und der Region liegt, welche ſich in der Mitte des Meeres bis zu 8° oder 9°, ſüdlich von den Sunda-Inſeln bis zu 12° oder 13° S erſtreckt, treffen wir veränderliche Winde, abwechſelnd mit Windſtillen und Stürmen. Die Winde kommen vorzugsweiſe aus dem Raume zwiſchen NW und SW. Dieſen Mouſſon, welcher durch eine Region der Calmen von den weiter nördlich und ſüdlich wehenden Winden getrennt wird, nennt le Gentil [28]) SW-Mouſſon, Romme [29]) einen NW-Mouſſon.

Intereſſant iſt das Verhalten der Winde bei Sumatra. Da dieſe vom Aequator durchſchnittene und von hohen Bergen durchzogene Inſel in der Region zweier Winde liegt, ſo ſind die Mouſſons an beiden Hälften dieſer Inſel ſehr ungleich, und Forreſt verfiel, als er zuerſt dieſe Meere beſuchte, in manchen Irrthum, indem er glaubte, daß Erſcheinungen, welche er an einem Punkt

26) S. oben S. 171. Die Reiſe von Flinders konnte ich nicht im Originale benutzen, und in der Weimarſchen Ueberſetzung ſind die Abſchnitte, welche von den Winden handeln, weggelaſſen.

27) Romme Tableaux I, 139.

28) le Gentil Voyage I, 639.

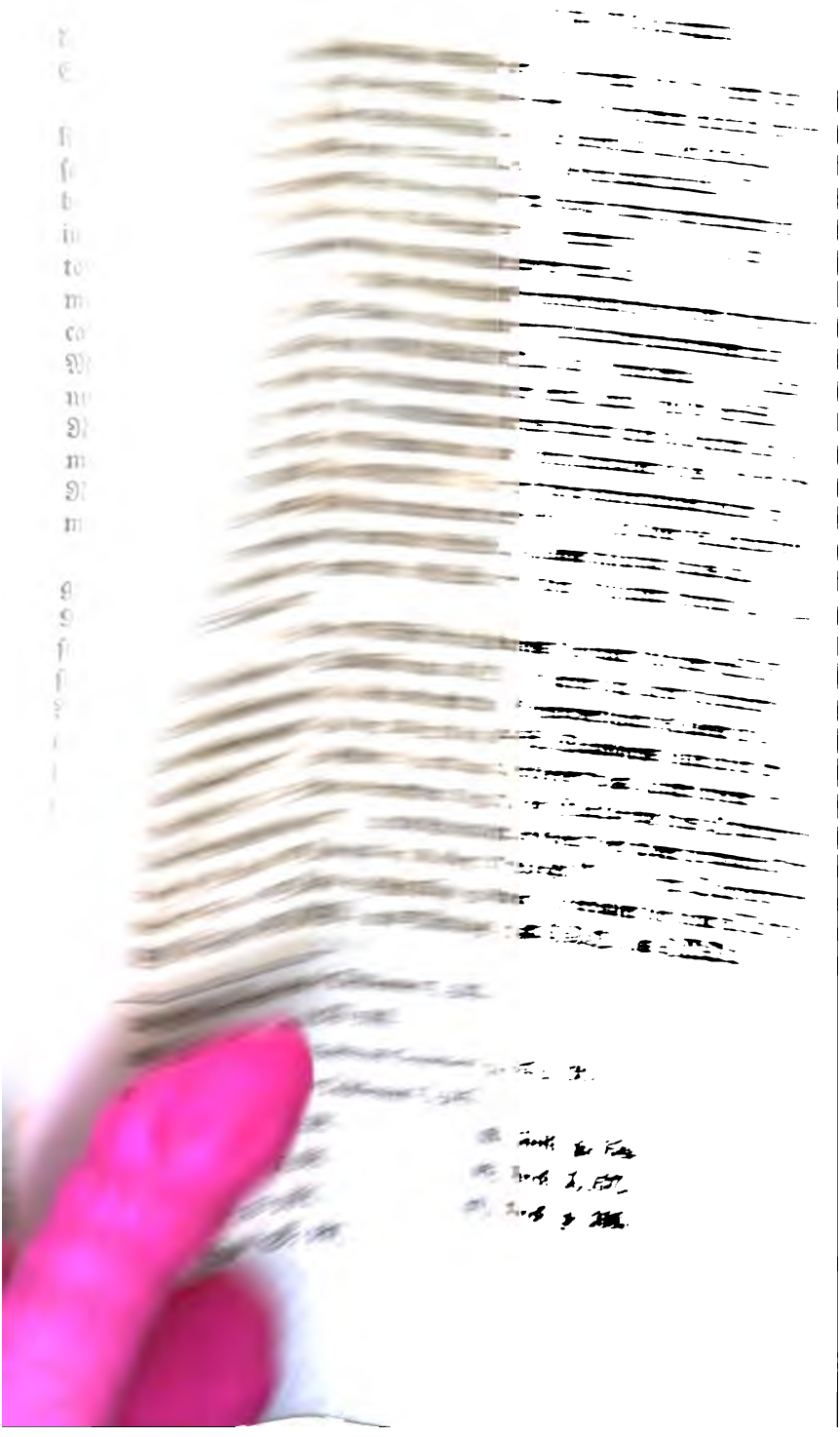
29) Romme Tableaux I, 134.

nkte bemerkte, der ganzen SW-Küste gemein wären [30]); auch arsden scheint das Verhalten der Winde in dem südlichen eile auf die ganze Insel auszudehnen [31]). Bei südlicher Decli- tion der Sonne hat die nördliche Hälfte den NO-Mouſſon, die dliche den NW-Mouſſon, beide ſind durch eine Region ge- nnt, die nach Forreſt durch einen Halbkreis beſtimmt wird, n dem ein Bogen durch Acheen-Head geht und deſſen Mittel- nkt an der Küſte in 1° N liegt. Während auf dem nördlichen eile heiteres Wetter herrſcht, ſind um dieſe Zeit auf dem süd- en Regen und Gewitter häufig [32]). In beiden Hälften aber gen ſich die Mouſſons nur dann regelmäßig, wenn ſie auf dem eere mit der größten Stärke wehen [33]).

Die Inſel Java, welche um dieſe Zeit in der Region des W-Mouſſons liegt, hat denſelben ziemlich regelmäßig [34]), und n dieſes gilt von den übrigen Sunda-Inſeln bis gegen Ti- r [35]). Dieſe Winde erreichen ihre größte Stärke im Januar d die von Stürmen und Gewittern begleiteten Regen dauern m December bis zum Februar.

In dem Meere zwiſchen der Küſte Malabar und Africa tref- wir jetzt ſehr regelmäßige NO winde; jedoch ſind in der Nähe ndoſtans die Land- und Seewinde regelmäßig. In der Mitte muar iſt die öſtliche Gränze dieſes Mouſſons am weiteſten von Küſte Malabar entfernt, dann wehen an dieſer häufig Winde iſchen NNW und WNW, welche ſich hier, ſo wie auf den aledíven vom Februar bis zum April oft in großer Stärke zei- n [36]). Dieſer NO-Mouſſon zeigt ſich in dem nördlichen Theile s Meeres mit größerer Stärke und Regelmäßigkeit, als im süd- en, es nimmt dieſe deſto mehr zu, je näher wir an die Inſel ocotora kommen [37]). Nur in der Nähe des Landes wird die

30) Forreſt on Monsoons p. 167.
31) Marsden history of Sumatra p. 13.
32) Marsden l. l. Romme Tableaux I, 141.
33) Marsden Sumatra p. 17.
34) Romme Tableaux I, 136.
35) Ibid. p. 95.
36) Ibid. p. 172. 176.
37) Ibid. p. 175.



, die sich aus dem schon mehrmals erwähnten Einflusse der ergiebt.

Um diese Zeit herrscht im chinesischen Meere ein N-Mouss die Hauptländermasse liegt im Norden, Malacca und Su verhindern diesen Wind sich nach O zu drehen. Jedoch elbe eben wenig constant, als der S-Mousson in der zweiten des Jahres [49]), obgleich er weit regelmäßiger weht, als Mousson im Golf von Bengalen [50]). Auch hier wird die all- ie Richtung durch die Lage der Küsten abgeändert; es t der Wind in Neu-Guinea und zwischen dieser Insel und aus NW [51]); eben dieses ist der Fall auf Java und in der astraße [52]). Auf den Molucken kommt er mehr aus NNW, aus NW, jedoch bleibt er lange veränderlich [53]). An der üste von Celebes liegen die Winde zwischen WNW und W, gehen aber weiter gegen Borneo nach WNW und [54]). Auf den am Rande des Beckens liegenden Philippinen sich alsdann ein NO-Mousson, welcher jedoch wohl schon dem allgemeinen NO-Passat zusammenfallen möchte [55]). n dieser Mousson kommt an der Küste von China mehr aus [56]), in der Bai von Tonkin mehr aus NNO [57]), an den ten von Cochinchina aus O [58]), im Golf von Siam kommt er November aus N, geht aber im Januar mehr nach O [59]).

Wir gehen jetzt zu den Erscheinungen, die sich in der zwei- Hälfte des Jahres, bei nördlicher Declination der Sonne, en. Zwischen dem Aequator und 10° S herrscht vom April October ein östlicher Mousson, welchen le Gentil den NO- ousson nennt [60]), obgleich die Richtung der Winde vorzüglich ischen SSO und O liegt. Nicholson hatte am Ende Au- sts von Ceylon bis zum Aequator starke Winde zwischen WSW d SW, in $3\frac{1}{2}$° S fand er regelmäßige SO winde, die ihn

49) Romme Tableaux I, 97.
50) le Gentil Voyage I, 628.
51) Romme l. l. p. 195.
52) Ibid. p. 95.
53) Ibid. p. 100.
54) Ibid. p. 105.
55) Ibid. p. 108.
56) Ibid. p. 98.
57) Ibid. p. 106.
58) Ibid. p. 105.
59) Ibid. p. 104.
60) le Gentil Voyage I, 639.

nach der Insel Rodriguez führten [61]). Es scheint, daß wir di
sen Wind als die Fortsetzung des gewöhnlichen SO-Passates a
sehen müssen. Nur an der Küste Africa's herrschen dann wes
liche Winde, vorzüglich zwischen SSW und SW, welche de
mehr nach Westen gehen, je näher wir an den Aequator komm
An der Südküste Java's dagegen entsteht aus der Zusamme
setzung dieses Windes mit dem von den Bergen herabkommend
nördlichen Strome ein Ostwind, dessen Stärke vom Junius bi
zum Ende des Septembers am größten ist [62]); zwischen dies
Insel und Neu-Holland liegt die Richtung der Winde zwische
SSO und O [63]).

Nördlich vom Aequator herrscht dann der SW-Mous
welcher in dem südlichen Theile von Windstößen und Regen b
gleitet ist, während er an der Küste Africa's mehr nach Süde
geht; nur in der Mitte des Meeres ist er regelmäßig [64]). Ara
bien würde, wofern keine andern Ursachen wirksam wären, au
dem benachbarten Meere Ostwinde erzeugen, dadurch wird sie
der SW-Mousson geschwächt; nur zwischen Aden und Mecca
(Morebat) liegen die Winde vorzugsweise zwischen SW und
SSW, dagegen gehen sie im nördlichen Theile häufig nach O;
so hat man bemerkt, daß, wenn im August südlich vom Cap Ra
salgat ein frischer Südwind weht, dieser in der Nähe und nördl
lich von demselben häufig nach SO übergeht, worauf man bei
Mascate leichte und veränderliche Winde trifft [65]).

In der Mitte des Meeres weht dieser SW-Mousson ziem
lich regelmäßig mit gleicher Stärke, nur an der Küste Malabar
und der Westküste Ceylons werden die Winde ungestüm, sie sind
dann von Gewittern und Regengüssen begleitet. Zu eben dieser
Zeit ist der Himmel auf der Küste Coromandel heiter. Auch im
bengalischen Meerbusen ist dieser Mousson ziemlich regelmäßig,
nur die Lage der Küsten ändert seine Richtung etwas ab. Es
kommt er an den Mündungen des Ganges mehr aus S, selbst
aus SO, und an der Küste Coromandel wehen eben so wie bei Ara

61) Romme Tabl. I. p. 125. 62) Romme p. 136.
63) Ibid. p. 95. 64) Ibid. p. 140.
65) Ibid. 184.

en, oft mehrere Tage OSO winde [66]). Die Nicobaren und ndamanen verhindern die Annäherung an die Küste und man ndet dort veränderliche Winde [67]).

Bei Sumatra müssen wir eben so wie oben die beiden älften unterscheiden. Am südlichen Theile weht dann der SO= assat, dessen Richtung im Allgemeinen zwischen SO und SSW egt, häufig wird derselbe jedoch auf mehrere Tage durch Winde us NW unterbrochen. Das Wetter ist dabei heiter. Auf dem örd lichen Theile der SW=Küste weht dann bei Acheen der SW= Kouffon, der sich mehr nach SSW und S wendet, während auf dem Meere mehr WSW und SW ist. Es scheint aber, ls ob hier die Winde von den vorliegenden Gebirgen aufgehalten nd zurückgedrängt würden, denn von Acheen Head bis zum Ae uator kommen sie häufig aus NW und sind dann von Regen gleitet.

In dem chinesischen Meere herrscht jetzt ein eigentlicher Süd=Mouffon; es ist derselbe aber in Neu=Guinea SO, auf der örd lichen Küste von Timor SSO, auf Java weht ein von häu gen NO winden unterbrochener SO wind; auf den Molucken nimmt er vorzugsweise aus SSO, auf Amboina und Banda ehr aus O bis SO. Die Niederschläge von Wasser sind dann uf diesen Inseln reichlich, Stürme finden nicht selten Statt. n der Straße von Macassar kommt der Wind aus S, und ben dieses ist an der Ostküste von Borneo der Fall. Auf den Philippinen ist dieser SW=Mouffon erst im Junius fixirt, dann rstreckt er sich bis zu den Marianen; die spanische Gallione be ann ihre Reise nach Acapulco alljährlich mit demselben. In der Bai von Tonkin sind Orcane gewöhnliche Erscheinungen, der Wind scheint jedoch im Allgemeinen aus SW zu kommen; an der küste Cambodscha zeigen sich heftige Winde aus SW; im Golf von Siam scheint die Richtung zwischen SW und W zu liegen.

Bei dieser allgemeinen Uebersicht habe ich die Zeiten, wo die Mouffons beginnen und enden, nur durch die Zeit der Aequi noctien angegeben, indessen ist dieses nicht vollkommen natur gemäß. Wenn um die Zeit der Nachtgleichen der Wärme unterschied zwischen Festland und Meer verschwindet, so haben

66) Romme p. 152. 67) Ibid. p. 156.

die Luftſtröme keine entſchiedene Richtung, man trifft Windſtil
veränderliche Winde und Orcane. Erſt dann wenn die Temp
turdifferenz größer wird, beginnt der entgegengeſetzte Mou
und eben ſo wie Land- und Seewinde ſich zunächſt an den Kü
zeigen, verbreitet ſich auch der Mouſſon nach und nach von
Küſte aus ins Meer. So zeigen ſich die Mouſſons des chi
ſchen Meeres auf den Sundainſeln erſt vier bis ſechs Wochen
ter als an den Küſten von China [68]), faſt einen Monat ſpäte
der Mitte des Golfs von Bengalen als an den Küſten [69]).
SW-Mouſſon zeigt ſich an der Küſte Africa's im März; je
ter wir nach Oſten gehen, deſto ſpäter finden wir ihn; erſt
ſchen dem Ende Aprils und der Mitte Mais zeigt er ſich an
Küſte Malabar [70]); aber eben ſo wie er ſich dort früher zeigt,
verſchwindet er auch früher.

Wenn der Umriß der Küſten im Allgemeinen mit dem M
diane zuſammenfällt, ſo zeigt ſich der Einfluß, welchen die
clination der Sonne auf die Richtung der Winde hat, auf
ſehr entſchiedene Art. In Anjengo (in 8° 30′ N) auf der Kü
Malabar zeigt ſich der SW-Mouſſon ſchon am 12ten Ap
in Bombay (19° N) erſt am 15ten April; die Verrückung
trägt alſo täglich etwa fünf Meilen [71]). Eben dieſer Mouſ
zeigt ſich bei Arabien faſt einen Monat ſpäter, als an der Kü
von Africa [72]); 15 bis 20 Tage ſpäter auf der Küſte Coromand
als auf dem nördlichen Theile von Ceylon [73]).

Gewöhnlich werden in den Lehrbüchern nur die Mouſſons
indiſchen Meere angeführt, und in der That zeigen ſie ſich nirgen
ſo auffallend und mit ſo eigenthümlichen Charakteren, als dor
wenn wir indeſſen unter Mouſſons einmal ſolche Winde verſtehe
welche einen Theil des Jahres größtentheils aus derſelben Ri
tung wehen, während dieſelben in dem übrigen Theile entwe
veränderlich ſind, oder wohl eben ſo beſtimmt aus einer ande

68) Romme I, 95.
69) Ibid. p. 148.
70) Ibid. p. 173.
71) Capper in Bibliothèque britannique XXVII, 59 u. Romm
p. 176.
72) Romme I, 183. 73) Ibid. 158.

ung kommen, dann müssen wir noch einige andere Gegenden
)nen, wo man ähnliche Wechsel bemerkt.

Weniger des ausgezeichneten Charakters als der Lage wegen,
n wir hier mit dem rothen und persischen Meere beginnen.
) d'Après wehen vom August bis Mai auf dem rothen
ee Winde zwischen S und SSO [74]; auch Valentia hörte
Februar in Suakim von seinen Lootsen, daß die Winde acht
nate hindurch südlich wären, jedoch fügt dieser Reisende hinzu,
alle von ihm eingezogene Nachrichten darauf deuteten, daß
Wind seine Richtung häufig ändere, er selber hatte zu dieser
fünf Wochen lang NO winde [75]; was auch mit den von
mpier mitgetheilten Erfahrungen von Rogers übereinstimmt, wonach vom October bis Mai NO, in dem übrigen
eile des Jahres SW winde vorherrschen sollen [76]. Vom Mai
zum August sollen nach Romme (l. l.) N bis NNW winde
hen, aber Valentia, welcher bereits am 21sten März in
assowah ankam, hörte von eingebornen Lootsen, daß der NW-
ousson bereits eingetreten sey und fand dieses durch eigne Erfahng bestätigt [77]. In dem nördlichen Theile dieses Meerbusens,
ischen Cosseir und Suez, weht nach eben diesem Beobachter
r Wind länger als 8 Monate aus NW [78] und dieses scheint
ir nach der Lage des Beckens, nach welcher einen großen Theil
es Jahres kalte Luft von N nach S strömt und dem Verhalten
er Winde im nördlichen Africa (siehe nachher) weit wahrscheinicher, als die obige Angabe von d'Après. Nur in der Nähe
er Küsten, wie bei Tor [79], scheinen die Winde veränderlicher
u seyn. In dem südlichen Theile des Meeres, bei Mocha,
wehen nach Malham vom Anfange Aprils bis zur Mitte Augusts
Winde zwischen W und WSW [80], also mit dem SW-Mousson
auf dem Meere zusammenfallend; in dem übrigen Theile des Jahres ist der Wind SO, zuweilen so heftig, daß er den Verkehr
zwischen den Schiffen auf der Rhede und dem Ufer hindert [81].

74) Romme I, 186 75) Valentia Reise II, 67.
76) Dampier Traité des Vents p. 22.
77) Valentia Reise II, 83.
78) Ebend. 108 u. 214.
79) Rüppell Reisen p. 183.
80) Romme I, 186. 81) Valentia Reise II, 107.

Noch unſicherer als beim rothen Meere ſind die mir bekannten Nachrichten über die Winde im perſiſchen Meerbuſen, vielleicht daß die Mouſſons hier noch weniger beſtimmt ſind. Nach Nichelſon wehen vom Ende des Septembers bis zum Julius Winde aus WNW und NW, ganz der obigen Theorie gemäß; dann folgen in der übrigen Zeit des Jahres SO winde [82]). Häufig finden ſich jedoch Ausnahmen; ſo ſind in Abuſheher die Winde nach den Beobachtungen von Jukes ſehr unregelmäßig [83]). Ob es ſich übrigens mit der von Chardin erzählten [84]) Thatſache, daß in Gamroon in der Nähe von Ormus der Wind alle Tage den ganzen Kreis durchläuft, indem er von Mitternacht bis zum Aufgange der Sonne aus N, bis 10^h aus O, von 3^h Abends bis zum Untergange der Sonne aus S und von da bis Mitternacht aus W weht, verhalten möge, kann ich aus Mangel an näheren Nachrichten nicht entſcheiden.

An der Oſtküſte Africa's kann man ſüdlich von Madagascar eine Annäherung an regelmäßige Mouſſons erkennen, dann wehen vom Mai bis October weſtliche, vom October bis April öſtliche Winde [85]), welche am Vorgebirge der guten Hoffnung in NW und SO übergehen [86]).

An der Oſtküſte von Süd-America zeichnet ſich in dieſer Hinſicht die Küſte zwiſchen dem Cap Gracia de Dios und Cap la Vela aus, obgleich auch hier keine ſo große Regelmäßigkeit gefunden wird, als im indiſchen Meere. Vom März bis zum November iſt der Wind OSO, in der übrigen Zeit des Jahres herrſchen häufig Weſtwinde [87]), völlig der Temperaturdifferenz zwiſchen Feſtland und Meer gemäß. Eben ſo ſind an der Küſte Braſiliens die Winde vom September bis März ONO, vom März bis September OgN bis OSO, zuweilen bis S [88]).

82) Romme I, 187.

83) Malcolm history of Persia I, 506.

84) Chardin Voyages VIII, 516.

85) Romme I, 123.

86) Ibid. p. 15.

87) Dampier Traité des Vents p. 20.

88) Dampier l. l. p. 21. Romme I, 37. Spix und Martius Reise I, 80 cit. John Purdy sailing directions for the eastern coasts of Brasil 8. London 1818. p. 2.

doch erſtrecken ſich dieſe Winde meiſtens nur 20 bis 30 Meilen
is Meer, worauf ſich wieder der allgemeine Paſſat zeigt. Auch
n der Küſte von Nord-America vermögen wir einen ähnlichen
Wechſel der Winde zu erkennen [89]). Ein ähnliches Verhalten
eigt ſich in Congo, wahrſcheinlich in der Nähe von der Mündung
es Zaire in 5° S; hier wehen vom April bis zum Auguſt Winde
wiſchen NO und W mit vielem Regen, in dem übrigen Theile
es Jahres zwiſchen S und SO mit heiterem Himmel [90]). Es
aſſen ſich noch mehrere Gegenden des Meeres nachweiſen, in
enen ſich eine eben ſolche periodiſche Richtung des Windes zeigt;
s möge nur noch die Bai von Panama erwähnt werden. Hier
eht der Wind vom September bis zum März zwiſchen O und
NO, in der übrigen Jahreszeit zwiſchen S und SSW. Der
NO-Mouſſon erſtreckt ſich zuweilen bis la Plata [91]).

Obgleich wir die Winde bisher nur auf dem Meere beobach-
et haben, ſo treffen wir doch in verſchiedenen Theilen des Feſt-
andes ebenfalls periodiſche Winde an, welche wir ebenfalls
ennen können, wie dieſes meines Wiſſens zuerſt Rennell ge-
han hat [92]). Die Störungen auf dem Feſtlande rühren haupt-
ächlich von den Gebirgen her; dort aber, wo wir in den Tropen-
egenden große Ebenen antreffen, verſchwindet ein Theil derſelben,
nd ſo finden wir hier mehr oder weniger regelmäßige Winde.
ein Theil der Erde eignet ſich zur Erzeugung dieſer Winde ſo gut,
ls die Sahara. Eine weit ausgedehnte, faſt allenthalben der
Vegetation beraubte und mit grobem Gerölle oder feinerem Sande
edeckte Ebene, hat die größte Aehnlichkeit mit der Meeresfläche
und wirklich iſt dieſe Aehnlichkeit ſo groß, daß der Araber das
Kameel das Schiff der Wüſte nennt, und daß es ſelbſt dem fana-
tiſchen Mauren genügt, ſich zu den Stunden mit Sand zu reiben,
wo ihm der Koran das Waſchen befiehlt. Aus den Forſchungen
Ritter's, welche durch die neueren Reiſen zum großen Theile
beſtätigt ſind, wird es ſehr wahrſcheinlich, daß ſüdlich von die-

89) S. ſpäter die Winde in höheren Breiten in Nord-America.

90) Lopez und Pigafetta Report of the kingdom of Congo, in Oxford Voyages II, 528—529.

91) Romme I, 91.

92) Mungo Park travels, Appendix p. XVI.

ſum Sandmeere ein hohes Plateau liege. Wenn [illegible] reinſtimm
der Sonne ſüdlich iſt, dann wird das Plateau [illegible] pertor
während die Sahara ſo ſtark erkaltet, daß es ſelbſt [illegible] ne in A
Das Umgekehrte findet bei nördlicher Declination [illegible] und in
Statt, dann iſt der Himmel am Nordrande des [illegible] ähnliches
dem ſüdlichen Theile der Wüſte wegen der naſſen Ja[illegible] kehrte
bemerkt und erkaltet dadurch ſehr ſtark, während die [illegible] finden.
faſt vertical ſtehenden Sonne über der Sahara ſo ſta[illegible] Sonne
wird, daß das Thermometer nach den Erfahrungen [illegible] in den
und Ritchie ſelbſt am Morgen um 5 Uhr auf 31 [illegible] n ein le
Daher muß bei ſüdlicher Declination der Sonne in der [illegible] dlichen
SO, bei nördlicher ein SW wind herrſchen. Und die [illegible] Mitte d
auch die Erfahrung. An den Mündungen des Sene[illegible] nd kon
dem November an NO winde [95]); nach Beaver ko[illegible] daß
der Inſel Bulam an der Mündung des Rio Grande [illegible] onate
neun Monate des Jahres aus SW, aber im November[illegible] ngen,
ember zeigen ſich kalte NO winde [96]). Eben ſo fand [illegible] ung in
Park am weſtlichen Theile des Südrandes der Saha[illegible] r üb
Mai bis September SW, ſonſt größtentheils NO winde [illegible] r, in
Fezzan herrſchen nach Sherif Imhammed vom Mai [illegible] us
Ende Auguſts vorzüglich Winde aus O, SO, S oder S
und in eben dieſem Lande fand Denham im Decembe
Winde aus N und NO [99]), was auch durch die Erfahrung
Hornemann beſtätigt wird, welcher ſehr öfters die [illegible] uca
N winde klagt [100]). Eben ſo ſoll nach den Bemerkung[illegible] en
Sherif Imhammed das Klima in Caſhna und Bornu be[illegible] ro

95) Clapperton Journey from Kouka to Sackatoo p. 1[illegible]
Denham Narrative. Rüppell Reisen p. 72.

96) A. v. Humboldt über die Hauptursachen der Tempera[illegible]
verſchiedenheit p. 9.

97) Golberry fragmens I, 228.

98) Romme I, 29.

99) Mungo Park travels p. 116, 147, 167, 258.

100) Lucas in den Proceedings I, 136.

Denham Narrative p. 3.

Hornemann Voyage I, 111.

bereinstimmend mit den Erfahrungen von Den-
lpperton [2]). Eben dieses ist der Fall im Osten;
one in Assiout in Aegypten im November beständig
, und in Kordofan und Dongola zeigt sich nach
ähnliches Verhalten [4]).
gekehrte muß offenbar auf dem nördlichen Rande der
rt finden. Wenn im Sommer diese Wüste von den
Sonne stärker erwärmt wird, als das mittelländische
ß in den obern Schichten ein Südwind entstehen, wäh-
en ein lebhafter Nordwind erhebt. Die Luftströme kom-
rdlichen Aegypten im Junius aus N und NW, von
Mitte des Septembers aus N, dann werden sie ver-
nd kommen im März und April aus SO, S und
so daß man sagen kann, die Winde kommen in Aegyp-
Monate regelmäßig aus N [6]). Die einzeln mitgetheilten
ungen, welche Coutelle [7]) und Niebuhr [8]) über die
tung in Cairo angestellt haben, lassen uns diese Verhält-
ser übersehen. Ich gebe das Mittel von den Messun-
er, indem ich die Zahl aller Winde als Einheit anse-
aus mittlere Richtung und Stärke nach dem Obigen

Lucas in den Proceedings I, 190.

Denham narrative p. 207. 314.

Browne travels p. 149.

Rüppell Reisen S. 73. 163.

) Volney Voyage I, 53. Dénon Voyage p. 197. Abd-Al-
latif relation de l'Egypte ed. Sacy p. 6.

) Volney Voyage I. p. 60, 300. Belzoni Narrative p. 142.

7) Coutelle in der Description de l'Egypte XIX, 451.

8) Niebuhr Reisebeschreibung I, 476.

Monat	N.	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Jan.	0,171	0,144	0,027	0,092	0,368	0,066	0,105	0,027
März	0,133	0,213	0,075	0,033	0,055	0,155	0,114	0,221
April	0,160	0,104	0,046	0,041	0,038	0,093	0,229	0,289
Mai	0,323	0,228	0,045	0,091	0,066	0,061	0,062	0,124
Jun.	0,474	0,285	0,065	0,000	0,032	0,016	0,024	0,104
Jul.	0,779	0,128	0,000	0,000	0,008	0,000	0,000	0,085
Aug.	0,839	0,152	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,009
Sept.	0,600	0,333	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,067
Oct.	0,476	0,325	0,000	0,064	0,065	0,000	0,032	0,040
Nov.	0,411	0,156	0,167	0,078	0,122	0,033	0,000	0,033
Dec.	0,095	0,162	0,122	0,027	0,338	0,095	0,081	0,081

Hieraus ergiebt ſich

Monat	Richtung	Stärke	Südlich zu Nördlich	Oeſtlich zu Weſtlich
Januar	S 8° W	0,189	1: 0,65	1:0,75
März	N 27° W	0,284	1: 2,32	1:1,53
April	N 49° W	0,465	1: 3,21	1:3,20
Mai	N 15° W	0,426	1: 3,55	1:0,68
Junius	N 13° O	0,723	1: 18,19	1:0,41
Julius	N 2° O	0,925	1:124,00	1:0,67
Auguſt	N 6° O	0,959	1: ∞	1:0,06
September	N 12° O	0,902	1: ∞	1:0,20
October	N 19° O	0,659	1: 6,60	1:0,18
November	N 40° O	0,447	1: 2,57	1:0,16
December	S 17° O	0,168	1: 0,74	1:0,82

Auf eine völlig entſchiedene Art tritt hier das eben Geſagte hervor; im Winter findet ein ſchwacher Luftſtrom von dem Feſtlande nach dem wärmeren Meere im Norden Statt, aber bereits im März (Februar fehlt bei beiden Beobachtern) iſt der Wind nach Norden gegangen, die Zahl der nördlichen Winde nimmt immer mehr und mehr zu, bis ſie einige Zeit nach der größten Jahreswärme ihr Maximum erreicht, wobei faſt alle Winde aus N kommen. Völlig ähnliche Reſultate geben die Meſſungen, welche Falbe zu Tunis vom Julius 1824 bis October 1827 ange-

stellt hat, obgleich hier die Gesetze wahrscheinlich wegen des Einflusses der Land- und Seewinde weniger deutlich in die Augen fallen. Darnach sind die Richtungen des Windes folgende: [9])

Monat	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Jan.	0,180	0,022	0,067	0,079	0,068	0,112	0,202	0,270
Febr.	0,173	0,037	0,086	0,123	0,099	0,062	0,210	0,210
März	0,167	0,083	0,083	0,083	0,095	0,048	0,179	0,262
April	0,155	0,083	0,214	0,131	0,083	0,024	0,119	0,190
Mai	0,120	0,099	0,165	0,187	0,077	0,033	0,077	0,242
Jun.	0,103	0,196	0,264	0,092	0,035	0,012	0,080	0,218
Jul.	0,202	0,211	0,220	0,129	0,046	0,000	0,046	0,146
Aug.	0,244	0,110	0,181	0,165	0,126	0,008	0,024	0,142
Sept.	0,124	0,248	0,133	0,133	0,035	0,035	0,115	0,177
Oct.	0,167	0,079	0,105	0,114	0,097	0,087	0,140	0,211
Nov.	0,133	0,060	0,012	0,048	0,120	0,096	0,205	0,325
Dec.	0,071	0,094	0,035	0,047	0,129	0,118	0,282	0,224

Hieraus ergiebt sich

Monat	Richtung	Stärke	Südlich zu Nördlich	Oestlich zu Westlich
Januar	N 61° W	0,381	1:1,82	1:3,48
Februar	N 60° W	0,235	1:1,48	1:1,96
März	N 42° W	0,298	1:2,25	1:1,89
April	N 57° O	0,114	1:1,80	1:0,78
Mai	N 57° O	0,159	1:1,55	1:0,78
Junius	N 38° O	0,365	1:4,07	1:0,56
Julius	N 44° O	0,449	1:3,20	1:0,34
August	N 55° O	0,301	1:1,66	1:0,36
September	N 27° O	0,304	1:2,71	1:0,63
October	N 39° W	0,172	1:1,53	1:1,48
November	N 66° W	0,453	1:1,96	1:5,22
December	N 83° W	0,420	1:1,32	1:3,66

9) Poggendorff's Annalen XIV,627.

Noch weit auf dem mittelländiſchen Meere zeigen ſich dieſe Nordwinde [10]), ſo daß Dénon meinte, man könne die N und NO Winde im Junius, Julius und Auguſt die Paſſate (vents alizés) jenes Meerbeckens nennen, welche die Reiſe nach Africa eben ſo ſehr erleichtern, als die Rückkehr nach Europa erſchweren [11]). Und daher ſind auch wahrſcheinlich den faſt nur auf dieſem Meere fahrenden Alten die Südwinde ſo verhaßt, wie uns denn Horaz einen ſich über das Ungemach des Lebens beſchwerenden Kaufmann als einen vorführt, der über die Navem jactantes Austri klagt [12]); wenn dieſe ungewöhnlichen Winde eintraten, ſo geſchah es wahrſcheinlich mit großer Heftigkeit, gerade ſo wie die Paſſate und regelmäßigen Mouſſons ſeltener durch ſchwache Winde als vielmehr durch Stürme unterbrochen werden. Auf Creta ſind die Nordwinde die herrſchenden, nur im November, December und Januar haben Südwinde die Oberhand [13]). Es ſcheint, als ob ſich dieſe Nordwinde noch bis zu den Inſeln des Archipelagus erſtrecken, wenigſtens bemerkt Olivier, daß dieſes in den drei Sommermonaten die herrſchende Richtung ſey [14]). Auch in Italien ſind, wie wir in der Folge ſehen werden, die Nordwinde ſehr häufig, hier ſcheinen jedoch die von den Alpen herabkommenden Luftſtröme eine Haupturſache dieſer Richtung zu ſeyn. — Auf eine völlig ähnliche Art müßten an dem Oſtrande des Mittelmeeres Weſtwinde vorherrſchen, auch trifft man dieſe allerdings im Sommer häufig an, es ſind dieſelben jedoch wegen der benachbarten Gebirge weniger regelmäßig, als die Nordwinde in Aegypten.

Aus dem Geſagten folgt von ſelbſt, daß in den oberen Regionen der Atmoſphäre über dem mittelländiſchen Meere und den

10) Volney Voyage I, 305.

11) Dénon Voyage p. 12.

12) Horat. Sat. I, 1, 6. Die Philologen in Deutſchland, dem nördlichen Frankreich und England ſcheinen mir zu irren, wenn ſie bei allen Klagen der Alten über die Austri an die Erſcheinungen des SW Windes in ihrem Vaterlande denken. Italien und Griechenland haben ein ganz anderes Klima, und darnach ſind ſehr viele Stellen in den Commentaren der Philologen zu berichtigen.

13) Sieber Creta II, 31.

14) Olivier Turquie II, 294.

nördlich von ihm liegenden Ländern ein warmer aus Süden kommender Luftstrom vorhanden seyn müsse. Wir werden in der Folge den Einfluß kennen lernen, welchen dieser Wind auf die Vertheilung des Regens im südlichen Europa hat; zuweilen erstreckt er sich sehr weit nach Norden, wo er sich dann gegen den Boden zu senken scheint. Der Fönwind, welcher sehr häufig in der Schweiz weht, ist wahrscheinlich weiter nichts als dieser herabsinkende Luftstrom; das Thermometer steigt während desselben sehr hoch. An den Züricher-See, ob dem Weilerhorn bringt dieser Wind oft bei angehendem Herbste die noch unreifen Trauben zur Zeitigung, und dann löst er den Schnee in solcher Menge auf, daß dadurch alle Bergwasser anlaufen [15]). Und selbst noch auf dem Schwarzwalde zeigen sich nach den mir mitgetheilten Bemerkungen des Dr. Eisenlohr in Carlsruhe ähnliche warme Winde.

Es scheint mir im hohen Grade wahrscheinlich, daß sich auf den Ebenen von Mesopotamien und Persien ähnliche Verhältnisse zeigen, jedoch ist alles, was ich hierüber bei Reisenden gefunden habe, zu fragmentarisch, als daß sich daraus etwas Bestimmtes herleiten läßt. Es genüge daher die Bemerkung, daß in Aleppo im Sommer Westwinde, im Winter NO und Ostwinde vorherrschend sind [16]), und daß Beauchamp zu Bagdad im Winter vorzüglich W und NW Winde; im Sommer SW und W Winde aufzeichnete [17]).

Bei der bisherigen Betrachtung der Passatwinde und Mousssons wurde mehrfach darauf aufmerksam gemacht, daß sich diese Winde erst in einiger Entfernung von den Küsten treffen, von denen sich der Luftstrom entfernt, so bei Peru und Mexico [18]), eben so während des NO-Mousssons an der Küste Malabar [19]). Ganz etwas Aehnliches gilt von der Westküste Africa's. Eine Linie vom Vorgebirge der guten Hoffnung nach dem Palmen-Cap an der Küste Guinea's gezogen, bezeichnet im Allgemeinen die öst-

15) Scheuchzer Naturgeschichte des Schweizerlandes, 2te Aufl. III, 8.
16) Cotte Mémoires II, 196.
17) Ibid. p. 212.
18) S. oben S. 179.
19) S. oben S. 198.

liche Gränze des SO-Paſſates; in dem Zwiſchenraume wehen vorzugsweiſe S und SW Winde. Nach Dampier [20]) kann man im Allgemeinen annehmen, daß der Wind mit der Küſte einen Winkel von 22° macht, ſo daß wir an einer im Meridiane liegenden Küſte einen Wind aus SSW haben [21]). Dabei herrſchen dann an dieſer ganzen Küſte neben weſtlichen Winden ſehr häufig Windſtillen und dieſe waren auch bekanntlich Urſache von der Entdeckung Braſiliens. Cabral wollte nach dem Cap, und um den Windſtillen zu entgehen, entfernte er ſich von Africa, der Paſſat trieb ihn ſodann nach Südamerica [22]). Die Urſache dieſer Windſtillen und Weſtwinde ſcheint bei Africa eben ſo wie bei America [23]) in dem oberen Luftſtrome aus SW, in der nördlichen oder aus NW in der ſüdlichen Halbkugel zu liegen; indem dieſer die hohen Gebirge beider Continente trifft, wird er zum Theil aufgehalten und das Ankommen der Luft aus Oſten verhindert; es wird hier ein Zuſammentreffen entgegengeſetzter Ströme Statt finden, bald der eine, bald der andere das Uebergewicht erhalten, und ſo finden wir neben häufigen Windſtillen Orcane [24]). Daß aber hier der eigentliche Polarwind noch keineswegs aufgehoben iſt, geht daraus hervor, daß wir am ſüdlichen Africa SW, am nördlichen NW, bei Peru SW und bei Mexico NW Winde antreffen.

Wenn der SW oder NW der höheren Regionen ſich von dem Aequator entfernt, ſo wird derſelbe mit der Zeit ſehr ſtark erkalten, und indem wahrſcheinlich an der Gränze beider Luftſtröme ein beſtändiger Streit derſelben vorhanden iſt, wird er durch ſeine Maſſe nach und nach ein immer größeres Uebergewicht erhalten, er wird endlich den Boden erreichen. Da wo dieſes geſchieht, treffen wir Stürme, wie dieſes von vielen Reiſenden an den Polargränzen der Paſſate bemerkt worden iſt; erſt ſpäter werden dieſe SW oder NW

20) Dampier Traité des vents. p. 16.

21) Romme Tableaux I, 23.

22) Barnardine Account of the Empire of China in Oxford Voyages and Travels II, 35.

23) Romme Tableaux I, 88 (wo est offenbar ein Druckfehler für ouest iſt, wie aus dem Zuſammenhange hervorgeht) und 92.

24) S. den Abſchnitt von der Luftelectricität.

NW regelmäßiger wehen. Diese Winde sind auf den großen Meeren zwischen den Parallelkreisen von 30° und 40° so regelmäßig, daß die Schiffer nicht selten von einem SW-Passat in der nördlichen oder einem NW-Passat in der südlichen Halbkugel sprechen [25]). Jedoch sind diese Winde in der südlichen Halbkugel wegen der geringeren Ländermasse weit regelmäßiger als in der nördlichen [26]). Die Schiffer rechnen seit Vasco de Gama's Zeiten auf diese Winde in den gedachten Breiten so sicher, daß der Weg nach dem Vorgebirge der guten Hoffnung stets dergestalt genommen wird, daß die Schiffe mit Hülfe der Passate fast gerade nach Süden und dann mit den NW Winden nach dem Cap gehen [27]). Auch die Rückkehr vom Cap wird dergestalt ausgeführt, daß die Schiffe sich mit dem Passat der Küste von America nähern, sodann nach Norden und hierauf mit dem SW nach Europa fahren. Und es ist allerdings merkwürdig, daß Columbus auf seiner ersten Reise von den Antillen nach Europa sogleich den zweckmäßigsten Weg nahm, indem er nach Norden ging und später den SW Wind antraf.

Diese Westwinde sind jedoch schon in mittleren Breiten weit weniger regelmäßig, als die eigentlichen Passate, und je weiter wir auf dem Meere nach Norden gehen, desto veränderlicher werden die Luftströmungen. Es scheint, als ob in höheren Breiten wieder östliche Winde häufiger werden, wenigstens sagt J. R. Forster, daß Cook in der Nähe des Südpoles eben so vorherrschende östliche Winde angetroffen habe, als dieses in der Nähe des Nordpoles der Fall sey [28]). Sollte sich dieses wirklich so ver-

25) J. R. Forster Bemerkungen auf einer Reise um die Welt, Romme in den Abschnitten über die Winde in höheren Breiten, Lambert in den Annales de Chimie et de Phys. XLII, 395 u. a.

26) Daniell Essays. 104.

27) Barnardine l. l. in Oxford Voyages II, 32.

28) J. R. Forster Bemerkungen S. 110. Er citirt Recueil des Voyages qui ont servi à l'établissement de la Compagnie des I. O. Vol. I. (in der dritten Reise des Barentz), Dalrymole Collection: Capt. Halley's Journal p. 32. Barrington probability of reaching the North pole p. 104. Valtraver's Summary Observations and Facts p. 20.

halten, so würden wir die Ostwinde genau auf dieselbe Art erklären müssen, als den allgemeinen Passat. Gewiß ist es übrigens, daß außerhalb des Gebietes der Passate, wo SW oder NW Winde vorherrschend sind, in den oberen Regionen der Atmosphäre ein entgegengesetzter Polarstrom vorhanden seyn müsse, dessen Richtung sich vielleicht durch anhaltende Beobachtung der höheren Wolken ausmitteln ließe; wäre ein solcher nicht vorhanden, so würde sich ja die Luft mit der Zeit von dem Aequator entfernen und in der Nähe der Pole anhäufen.

So haben wir denn aus dem einfachen Principe Halley's, welches allen unsern Betrachtungen zum Grunde gelegt wurde, die Windverhältnisse auf den größeren Meeren hergeleitet; es bleibt jetzt noch übrig, diese Untersuchungen auf dem Festlande weiter zu verfolgen und sodann die Hypothesen anderer Physiker über die Entstehung der Winde mitzutheilen. Ehe ich dieses thue, will ich noch einige andere Phänomene betrachten, welche ebenfalls aus demselben Grundsatze folgen und von denen Brandes mehrere auf eine eben so einfache als richtige Art erklärt hat.

Es ist eine bekannte Thatsache [29]), daß wir an ziemlich heitern Tagen, wo nur einzelne Wolken zuweilen die Sonne verdecken, sogleich einen kalten Wind fühlen, wenn die Sonne durch eine Wolke verdeckt wird. Die Richtung desselben ist mit der Richtung des überhaupt zu dieser Zeit herrschenden Windes, welcher gemäß auch die Wolken fortziehen, einerlei, und es hat daher gar nicht das Ansehen, als ob dieser Wind von der Wolke ausginge. Schon de la Hire [30]) suchte dieses Phänomen aus der Ungleichheit der Temperatur herzuleiten, irrte aber darin, daß er die warme Luft als nahe an der Erde in den erkalteten Raum einstürzend annimmt. Es ist hier der Vorgang genau derselbe als bei den Land- und Seewinden. Wenn die Luft nahe über der Erde ziemlich erhitzt ist, und man stellte nun einen Körper vor die Sonne, der einen beträchtlichen Raum beschattet, so würde es hier sogleich kälter. Offenbar würde oben ein Zuströmen der warmen, unten ein Abfließen der kalten Luft Statt

29) Brandes Beiträge S. 366.

30) Du Hamel Academiae regiae scient. historia p. 259 bei Brandes l. l.

finden. So würde es sich verhalten, wenn die Wolke plötzlich vor die Sonne gerückt würde. Denken wir uns nun aber die Wolke fortrückend, z. B. durch den Wind von Westen fortgetrieben, so ist, indem die östliche Gränze des Schattens mich erreicht, die lange beschattete Luft westlich von mir allerdings auffallend kälter, und der Luftstrom wird an dieser Seite des Schattens ganz so Statt finden, wie vorher, d. h. ich werde einen verstärkten Westwind empfinden; an der westlichen Gränze des Schattens dagegen kann kein von dem Schatten abwärts gehender Wind bemerkt werden, da die eben erst aus dem Schatten austretende Erdfläche sich noch nicht wieder erwärmt hat und also hier höchstens eine geringe, vielleicht kaum eine merkbare Schwächung des Westwindes, wegen des bei so geringem Temperaturunterschiede kaum bemerkbaren Gegendruckes der kälteren Luft, Statt finden kann. So sehen wir also eine Verstärkung des Windes, welcher die Wolke forttreibt, vorzüglich in dem Augenblicke, wo ihr Schatten uns zu bedecken anfängt. Befände der Beobachter sich da, wo die südliche Gränze jenes Schattens hinfällt, so müßte der Westwind bei ihm ein wenig nordwestlich werden, so wie der Beobachter, welcher den Schatten an seiner Südseite vorbeigehen sieht, einen etwas nach Süden abweichenden Westwind empfinden muß.

Ist dieses schon bei kleinen Wolken und heiterem Himmel der Fall, so wird sich das Phänomen noch weit auffallender zeigen, wenn es aus der Wolke wie bei Regenschauern regnet, indem hier die Luft durch den aus der Höhe kommenden Regen und andere Umstände (s. Gewitter) bedeutend erkaltet wird. Manchmal sieht man, wie sich eine Regensäule über eine Ebene oder in einem Thale langsam hinzieht, der Wind geht vor ihr her, er hört bei ihrer Ankunft auf, erhebt sich von neuem, wenn sie vorbei ist und bläst jederzeit aus dem Mittelpunkte des Raumes, den die Säule einnimmt [31]). Dieses Phänomen, welches man besonders bei Gewittern bemerkt und H. B. v. Sauſſure aus den Eigenschaften der Dünste herleitet, folgt ebenfalls aus demselben Grundsatze. Brandes, welcher diese Ableitung bereits gegeben hat, fragt dabei, ob der Wind wohl stets aus der Mitte

31) Sauſſure Hygrometrie S. 324. §. 283.

der Gewitter- und Hagelwolken komme [32]). So weit ich Gelegenheit gehabt habe, Gewitter im Freien zu beobachten, kann ich diese Frage bejahend beantworten; nie aber zeigte sich mir das Phänomen so auffallend, als bei einem Gewitter im December 1822, welches mich etwa eine Stunde von Leipzig auf dem Wege nach Halle traf. Der Wind war am Morgen lebhaft westlich, gegen 9 Uhr zeigten sich westlich von meinem Zenith Gewitterwolken; so wie diese näher kamen erhob sich der Wind zu einem so starken Sturme, daß ich auf dem von früherem Regen schlüpfrig gewordenen Boden kaum zu stehen vermochte. Einige Minuten nachdem die Wolken mein Zenith erreicht hatten, trat bei starkem Regen fast Windstille ein, welche in einem lebhaften mehrere Minuten dauernden Ostwind überging, als die Wolken fortgezogen, und nun trat nach kurzer Windstille der Westwind ein, welcher eben so wie am vorhergehenden und folgenden Tage sehr lebhaft wehte.

Aus diesem Principe leitet Brandes [33]) auch folgende Erscheinung her. Scoresby erzählt [34]), daß, wenn ein Wind gegen große Flächen festen Eises oder gegen eine dichte Masse von Eisstücken (Packeis) zuweht, ein anderer vom Eise herkommender Wind ihm gleichsam das Gleichgewichte halte und selbst dem Sturme, gleichsam ihm widerstreitend, sich entgegensetze und seine Heftigkeit mäßige. Es ist offenbar, daß es hier wieder die kältere Luft ist, die von jenen Eismassen her an der Erde abwärts fließt, und es ist zu vermuthen, daß höher hinauf die wärmere Luft, die schon bei stillem Wetter gegen das Eis zuströmen muß, bei Stürmen mit vermehrter Gewalt zudringen mag und jenen Kreislauf fortwährend erhält, weil sie als erkaltete Luft wieder in die tieferen Schichten zurückströmt. Hieraus läßt sich die stundenlange Dauer jenes Kampfes beider Winde, den man bis auf eine halbe oder ganze (englische) Viertelmeile weit bemerkt, wo bald der eine, bald der andere das Uebergewicht erhält, wohl erklären. Eben diese Ueberlegungen machen es nun auch klar, warum ein gegen das Eis zu gerichteter Sturm so sehr an Kraft verliert,

32) Brandes Beiträge S. 370.

33) Ebendas. S. 368.

34) Memoirs of the Wernerian Society Part. II. Vol. III. S. 318.

daß er an der andern Seite des Eises gar nicht, oder erst nach Verlauf einiger Stunden gespürt wird.

Ganz ein ähnliches Verhalten zeigt sich in der Nähe von Bergen, indem hier nothwendig ein Theil des Bodens weniger erwärmt werden muß, als ein anderer, und daher finden wir denn, daß auch die Alten öfter die Gebirge für den Sitz der Winde hielten, wie dieses Silius Italicus namentlich von den Alpen behauptet. Es mag allerdings häufig geschehen, daß größere Luftmassen, welche durch die Zwischenräume zwischen mehreren Bergen hindurch dringen, dort bedeutend an Schnelligkeit zunehmen, wie dieses bei Flüssen der Fall ist, und daß wir uns hieraus zum Theil die Heftigkeit der Stürme auf hohen Gebirgen erklären müssen; auch mag hier in die Höhe die Luftmasse von unten zum Theil durch Repercussion gekommen seyn, da mehr oder weniger horizontale Stürme, welche an den Bergwänden einen Widerstand finden, sich nach den Gesetzen des Stoßes mehr nach oben als in die Tiefe bewegen werden. Ganz vorzüglich aber werden hier Temperaturdifferenzen die Hauptrolle spielen. Bei gleicher Höhe wird die Luft in der Nähe von Gletschern namentlich im Sommer weit kälter seyn, als in freier Atmosphäre, und herabstürzende Ströme werden dadurch entstehen. Im Allgemeinen können wir annehmen, daß bei heiterem Wetter der Wind von einem Gletscher nach allen Richtungen mit mehr oder weniger Heftigkeit abfließen werde.

Reisende haben uns eine Masse von Thatsachen erzählt, welche diesen Einfluß der Berge auf die Windrichtung zeigen. Selbst zwischen den Wendekreisen vermag man diese Wirkung zu erkennen [35]), und die Alpen sind von jeher durch Stürme berüchtigt gewesen [36]). Auf großen Binnenseen oder Flüssen zeigt sich nicht selten ein lebhafter Wind, welcher aus einem von hohen Bergen eingeschlossenen Seitenthale hervorkommt. Ganz besonders aber zeichnen sich in dieser Hinsicht Gebirge aus, welche in

35) Humboldt Voyage VII, 211.

36) Scheuchzer Naturgeschichte des Schweizerlandes III, 3. Man darf nur irgend eine Reise durch ein größeres Gebirge lesen, so wird man eine Menge von Beispielen dieser Art finden, so daß ich es für unnöthig halte, hier mehrere anzuführen.

der Nähe des Meeres liegen. So iſt die Küſte Norwegens durch ihre Stürme bekannt; ſie ſind in Finmarken oft ſo heftig, daß man ſich außer den Häuſern nicht aufrecht erhält, und das dauert oft Tage lang [37]). An der gebirgigen Oſtküſte Grönlands fand Scoresby ſehr heftige Stürme, von denen er vermuthet, daß ſie an der Küſte am heftigſten ſeyen [38]), und eben ſo treffen wir an den Faröer-Inſeln, deren Klippen bis zu mehreren Tauſend Fuß in die Höhe ſteigen, ſehr ſtürmiſche Winde [39]). Wer erinnert ſich hier nicht der Stürme, mit denen Cook an der Küſte von Neu-Seeland zu kämpfen hatte und in denen dieſer umſichtige Reiſende faſt ſeinen Untergang fand? Daher iſt auch die Schifffahrt auf Seen oder Meerengen, die von hohen Bergen eingeſchloſſen ſind, ſo gefährlich. Faſt alle Reiſende dubliren jetzt das Cap Horn, ſeitdem Cook gezeigt hat, daß dieſer Weg weit beſſer und ſicherer ſey, als der ältere durch die ſtürmiſche Magellansſtraße.

Es iſt häufig gefragt worden, wo der Wind ſich zuerſt zeige, ob in denjenigen Gegenden, aus denen er kommt, oder in denen, nach welchen er geht? d. h. zeigt ſich z. B. ein Oſtwind zuerſt in den öſtlichen oder weſtlichen Gegenden? Ich glaube, daß ſich über dieſen Gegenſtand gar nichts Allgemeines beſtimmen läßt. Mir wenigſtens ſcheint es nicht unwahrſcheinlich, daß der Wind in einem Orte beginne, welchen wir der Einfachheit wegen in der Mitte der Region, in der er ſich zeigt, annehmen wollen, und daß er ſich von hier aus rückwärts und vorwärts verbreite. Bleiben wir bei dem erſten von uns betrachteten Falle, den Land- und Seewinden ſtehen, ſo zeigt ſich hier die Wahrheit des Geſagten auf eine entſchiedene Weiſe. Der Seewind zeigt ſich zuerſt nur an der Küſte; nach mehreren Stunden iſt er vorwärts ins Land und rückwärts ins Meer gedrungen, und eben ſo kann es geſchehen, daß ein Oſtwind ſich zuerſt in Deutſchland und ſpäter in Holland und Rußland zeige.

---

37) Buch Reiſe nach Norwegen und Lappland II, 40 und 91.

38) Scoresby Reiſe auf den Wallfiſchfang S. 332.

39) Ebendaſ. S. 354.

Gewöhnlich wird mit Franklin [40]) angenommen, daß die Winde sich früher in denjenigen Gegenden zeigen, nach denen sie hingehen, als aus denen sie kommen, und F. führt eine Erfahrung an, welche dieses beweist. Ein heftiger NO Wind zeigte sich gegen 7 Uhr Abends in Philadelphia und verhinderte die Beobachtung einer Mondfinsterniß; aber dieser Sturm, welcher auch in dem nordöstlich davon liegenden Boston gewüthet hatte, begann hier erst um 11 Uhr. Bei andern Stürmen aus NO, bei denen F. in der Folge hierauf achtete, zeigte sich, daß ihr Anfang desto später wäre, je weiter die Orte in NO lägen. Um seinen Satz zu beweisen, führt F. noch folgende Thatsache an. Ist die Luft eines Zimmers ruhig und man macht dann Feuer im Kamine, so steigt die stark erhitzte Luft in die Höhe und muß durch andere ersetzt werden; offenbar folgt hier zunächst die am Kamine liegende, und erst nach und nach verbreitet sich diese Bewegung weiter. Da diese Winde sich vorzüglich im Winter zeigen, so leitet F. dieselben daraus ab, daß die Luft über dem mexicanischen Meerbusen stark erhitzt wird, und daß dadurch ein nordöstlicher Strom erzeugt werden muß, welcher erst allmählig nach NO rückt. Aber von Philadelphia bis zu diesem Meere liegt eine große Ländermasse, auf welcher wahrscheinlich in jenen Zeiten keine Beobachtungen gemacht wurden. Daß sich aber diese Winde auch erst nach und nach gegen Süden ausbreiten, scheint mir besonders aus dem Umstande hervorzugehen, daß sich diese Stürme noch häufig auf dem mexicanischen Meerbusen zeigen, wohin wahrscheinlich die Luft erst allmählig aus Norden gedrungen war [41]).

Wenn wir die Winde auf dem Festlande in höheren Breiten untersuchen, so finden wir, daß dieselben mehr oder weniger veränderlich sind; aber auch hier zeigt sich bei näherer Ansicht der Beobachtungen, daß die Zahl der Windrichtungen aus verschiedenen Gegenden keinesweges gleich ist, was der Fall seyn müßte, wenn hier keine vorherrschenden Luftströmungen vorhanden wären. So

40) Franklin's sämmtliche Werke von Wenzel. 8. Dresden 1780. II, 104.

41) In dem Abschnitte über die Barometerschwankungen werde ich noch Mehreres hierüber sagen.

zeigen 50jährige Beobachtungen in Copenhagen, in denen der Wind 56050 Mal aufgezeichnet wurde, folgende Richtungen:

N	0,088
NO	0,087
O	0,118
SO	0,106
S	0,125
SW	0,167
W	0,186
NW	0,123

Hier alſo herrſcht der Weſtwind am häufigſten, indem er unter 1000 Malen 186 Mal weht, der NO dagegen iſt weit ſeltener. Leiten wir hieraus die mittlere Luftſtrömung her, ſo iſt dieſe S 63° W und ihre Stärke iſt 0,158; es beträgt alſo die Verrückung der untern Luftmaſſe durch 1000 Winde in dem angegebenen Verhältniſſe eben ſo viel, als ob 158 Winde aus der Richtung S 63° W geweht hätten.

Wollen wir aber aus den Beobachtungen eines Ortes in höheren Breiten die mittlere Windrichtung für denſelben herleiten, ſo iſt die Frage, ob die Tageszeit hierauf einen Einfluß habe, wie dieſes in niederen Breiten an Küſten der Fall ſeyn würde. Schouw glaubt, daß dieſes nicht der Fall ſey, indem in unſeren Klimaten keine Veranlaſſung zu ſeyn ſcheine, weshalb zu gewiſſen Tageszeiten ein Wind häufiger wehen ſolle, als ein anderer [42]). Um dieſen Satz zu beweiſen, ſtellt er die Beobachtungen, welche vier Jahre hindurch im Julius zu Copenhagen angeſtellt wurden, nach den Tageszeiten zuſammen. Wird hieraus Richtung und Stärke hergeleitet, ſo ergiebt ſich

Vormittag:	Richtung	S 49° 35′ W,	Stärke 0,315
Nachmittag:	. . .	S 54. 36. W,	. . . 0,360
Vormitternacht:	. . .	S 63. 57. W,	. . . 0,367
Nachmitternacht:	. . .	S 58. 1. W,	. . . 0,364

Obgleich die mittleren Richtungen im Ganzen ziemlich gut übereinſtimmen, ſo ſehen wir doch vom Morgen an eine Bewegung

42) Schouw Beiträge zur vergleichenden Klimatologie Heft I. S. 7.

von S nach W und in der Nacht wieder zurück. Diese Unterschiede, welche in dem angegebenen Falle nur die Größe von 14° erreichen, werden noch weit bedeutender, wenn die mittlere Stärke der Winde geringer wird; dann kann es wohl geschehen, daß die Strömungen zu verschiedenen Tageszeiten fast diametral entgegengesetzt sind. So zeigen 10jährige Beobachtungen von Nicander zu Stockholm folgende Verhältnisse: [43])

7h Morgens:	Richtung	S 89° 48′ W,	Stärke 0,165
2h Abends:	....	N 85. 4. W,	 0,153
9h Abends:	....	S 50. 54. W,	 0,100

Eben so geben 12jährige Beobachtungen von Hemmer in Mannheim [44])

7h Morgens:	Richtung	N 24° 5′ O,	Stärke 0,027
2h Abends:	....	S 74. 32 W,	 0,134
9h Abends:	....	S 36. 4 W,	 0,010

Ob wir hier annehmen müssen, daß in Stockholm am Morgen kalte Luft gegen den bottnischen Meerbusen dringe, während zur Zeit der größten Tageswärme ein Seewind sich erhebt, oder daß in dem am östlichen Ufer des Rheins liegenden Mannheim sich am Morgen kalte Ostwinde gegen den Rhein bewegen, wage ich nicht zu entscheiden; das aber geht hieraus wenigstens hervor, daß die Tageszeiten hier eine eben so wichtige Rolle spielen, als bei den meisten übrigen Erscheinungen in der Atmosphäre. Bis jetzt fehlt es noch an hinreichenden Beobachtungen, um diesen Einfluß der Tageszeiten zu bestimmen; wenn jedoch der Wind mehrmals am Tage aufgezeichnet ist, so entfernt sich das Endresultat wahrscheinlich nicht bedeutend von der Wahrheit. Es folgt ferner aus dem Gesagten, daß wir auf kleine Unterschiede in der Richtung der Luftströmungen kein großes Gewicht legen dürfen.

Wie lange müssen Beobachtungen fortgesetzt werden, wenn sie ein der Wahrheit nahe kommendes Resultat geben sollen? Während bei Aufsuchung der mittleren Wärme Aufzeichnungen

43) Aus den Originalbeobachtungen in den Mannheimer Ephemeriden; von mir hergeleitet.

44) Mannheimer Ephemeriden; von mir hergeleitet.

während weniger Jahre zur Bestimmung dieser Größe genügen, so scheint für gegenwärtige Untersuchung schon ein längerer Zeitraum erforderlich. Schouw giebt nach 45jährigen Beobachtungen die Zahl, wie oft jeder Wind während des Jahres in Copenhagen geweht hat [45]; wird für jedes fünfte Jahr seiner Tafel die mittlere Richtung und Stärke gesucht, so ergeben sich folgende Größen

1751:	Richtung	S	57°	7′	W, Stärke	0,181
1755:	....	N	80.	48	W, ...	0,180
1760:	....	N	87.	38	W, ...	0,212
1765:	....	N	59.	13	W, ...	0,290
1770:	....	N	86.	41	W, ...	0,122
1775:	....	S	50.	30	W, ...	0,313
1785:	....	N	75.	41	W, ...	0,183
1800:	....	S	17.	59	W, ...	0,235
1815:	....	S	38.	7	W, ...	0,114
1823:	....	S	43.	43	W, ...	0,261

In der mittleren Richtung der Luftströmung der beiden Jahre 1765 und 1800, welche sich am meisten von einander entfernen, zeigt sich also ein Unterschied von mehr als 100 Grad. Treffen wir daher in den partiellen Resultaten so bedeutende Abweichungen, so ist gewiß, daß die mittlere Luftströmung erst durch eine vieljährige Reihe von Beobachtungen bestimmt werden kann. Ich habe in Schouw's Tafel je neun auf einander folgende Jahre genommen und dadurch fünf Perioden erhalten, welche folgende Resultate geben:

erste Periode:	Richtung	S	83°	5′	W, Stärke	0,200
zweite Periode:	....	S	70.	1	W, ...	0,171
dritte Periode:	....	S	53.	2	W, ...	0,113
vierte Periode:	....	S	73.	40	W, ...	0,157
fünfte Periode:	....	S	45.	59	W, ...	0,172

Also auch noch hier finden wir zwischen der ersten und fünften Periode einen Unterschied von nahe 40 Graden. Ich glaube demnach, daß wir bei den meisten Bestimmungen dieser Art Grö-

45) Schouw Klimatologie I, 66.

ßen von 10 bis 20 Graden gänzlich übersehen müssen, wofern ihnen nicht vieljährige, täglich mehrmals angestellte Beobachtungen zum Grunde liegen.

Ich beginne die Betrachtung der Winde außerhalb der Wendekreise mit der Insel Madeira in 32° 37′ N. Nach den Beobachtungen von Heinecken fanden dort in den Jahren 1827 und 1828 folgende Verhältnisse Statt: [46])

Zeit	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Winter	0,221	0,332	0,066	0,055	0,022	0,028	0,221	0,055
Frühl.	0,125	0,353	0,141	0,033	0,005	0,027	0,207	0,109
Som.	0,036	0,690	0,065	0,011	0	0	0,141	0,057
Herbst	0,071	0,401	0,110	0,044	0	0,028	0,253	0,093
Jahr	0,113	0,444	0,095	0,036	0,007	0,021	0,206	0,078

Und hieraus ergiebt sich

Zeit	Richtung	Stärke	Nördlich zu Südlich	Oestlich zu Westlich
Winter	N 6° O	0,397	1:0,17	1:0,67
Frühling	N 15° O	0,419	1:0,11	1:0,65
Sommer	N 34° O	0,673	1:0,01	1:0,26
Herbst	N 13° O	0,379	1:0,13	1:0,67
Jahr	N 20° O	0,463	1:0,10	1:0,53

Hier an der Gränze des Passates treffen wir also häufig NO Winde, namentlich ist dieses im Sommer der Fall, wo von 1000 Winden fast 700 aus dieser Richtung kommen, während die westlichen und noch mehr die südlichen Winde fast ganz verschwunden sind, indem alsdann das Verhältniß der nördlichen zu den südlichen fast Null wird. Es macht uns übrigens das Verhalten der Luftströmungen auf Madera darauf aufmerksam, wie nothwendig es ist, bei Anwendung der Lambert'schen Formel eben so wie in allen übrigen Fällen, wo Kräfte zusammengesetzt werden, nicht bloß die Richtung, sondern zugleich die Größe der Re-

46) Brewster's Edinburgh Journal of Science Nr. X. p. 73 und New Series No. I. p. 34.

ſultirenden zu beſtimmen. Nach der bloßen Richtung könnte man glauben, daß in Madera die Nordwinde im Winter weit heftiger ſeyen, als im Sommer, aber ſchon die Stärke deutet darauf, daß ſüdliche und weſtliche Winde im Winter nicht ſelten vorkommen, und eben dieſes ſprechen die mitgetheilten Verhältniſſe zwiſchen den nördlichen und ſüdlichen, weſtlichen und öſtlichen Strömen noch beſtimmter aus.

Aus dem ſüdlichen Europa ſind mir keine hinreichend lange fortgeſetzten Beobachtungen bekannt, und ich will daher die jährlichen Reſultate für die nördlichen Theile des alten Continentes mittheilen. In England haben wir folgende Beobachtungen:

Ort	Breite	N.	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Penzance [47])	50° 8′	0,096	0,102	0,100	0,109	0,110	0,1[illegible]9	0,144	0,190
Gosport [48])	50. 48	0,100	0,090	0,140	0,080	0,110	0,130	0,210	0,140
London [49])	51. 31	0,075	0,147	0,077	0,089	0,081	0,254	0,129	0,148
Cork, Irland [50])	51. 50	0,110	0,070	0,140	0,060	0,100	0,150	0,2[illegible]0	0,130
Mancheſter [51])	53. 25	0	0,100	0,0[illegible]0	0,120	0,100	0,3[illegible]0	0,120	0,120
New-Malton [52])	54. 10	0,150	0,150	0,060	0,030	0,150	0,220	0,180	0,090
Lancaſter [53])	54. 0	0,010	0,100	0,100	0,100	0,150	0,260	0,190	0,060
Kendal [54])	54. 17	0,090	0,220	0,030	0,050	0,060	0,380	0,110	0,060
Keswick [55])	54. 33	0,050	0,060	0,150	0,090	0,150	0,170	0,240	0,0[illegible]0
Clunie Manſe [56])	. . .	0,110	0,070	0,140	0,060	0,100	0,150	0,220	0,150

47) 20jährige Beobachtungen (1807—27) von Giddy, mitgetheilt in Philos. Magazine and Annals of philosophy III, 173.

48) 3jähr. Beob. (1818—20) von Burney, mitgetheilt von Schouw (Klimatologie I, 34) aus den Annals of philosophy.

49) 20jähr. Beob. (1807—1818) von Howard aus Climate of London, mitgetheilt von Schouw (l. l.); 3jähr. Beob. (1819—1822) von Daniell, aus deſſen Meteorological Essays, und 8jähr. Beob. 1776—1781, 1787—89) R. S. aus den Philosophical Transactions, in allem 23 Jahre.

50) 2jähr. Beob. (1818—20) von Holt, aus den Annals of philos., mitgetheilt von Schouw (l. l.). Der einzige Ort in Irland; Kirwan's Beobachtungen in Dublin konnte ich nicht erhalten.

51) 3jähr. Beob. (1819—21) von Hanson, aus den Annals of philos., mitgetheilt von Schouw (l. l.)

52) 6jähr. Beob. (1819—22, 24—25 von Stockton, aus den Annals of philos., mitgetheilt von Schouw (l. l.)

53) 6jähr. Beob. (1816—21) von Heaton, aus den Annals of philos. bei Schouw (l. l.)

54) 5jähr. Beob. (1788—92) von Dalton, aus deſſen Meteorological Essays bei Schouw (l. l.)

55) Beob. in denſelben Jahren daſelbſt.

56) in Perthſhire: 4jähr. Beob. (1821—24) bei Macritchie, aus dem Edinburgh Philos. Journal bei Schouw (l. l.)

Aus dieser Tafel ergeben sich folgende Resultate:

Ort	Richtung	Stärke	Oestlich zu Westlich	Nördlich zu Südlich
Penzance	N 86° W	0,138	1 : 1,55	1 : 0,95
Gosport	W	0,141	1 : 1,55	1 : 0,97
London	S 77° W	0,174	1 : 1,69	1 : 1,15
Cork	N 85° W	0,201	1 : 1,92	1 : 0,94
Manchester	S 42° W	0,411	1 : 2,33	1 : 1,65
New-Malton	S 82° W	0,149	1 : 1,69	1 : 1,08
Lancaster	S 35° W	0,308	1 : 1,70	1 : 2,50
Kendal	S 69° W	0,214	1 : 1,83	1 : 1,81
Keswick	S 43° W	0,244	1 : 1,60	1 : 2,05
Clunie Manse	S 81° W	0,254	1 : 2,07	1 : 1,17

Nehmen wir in dieser Tafel die Resultate für Manchester, Lancaster, Kendal und Keswick aus, so ist die mittlere Richtung sehr nahe allenthalben gleich, indem sich die gefundenen Größen meistens nur wenige Grade von W entfernen, so daß wir annehmen können, daß in England die mittlere Luftströmung nahe aus Westen komme, und ganz eine ähnliche Uebereinstimmung zeigt sich in der Stärke dieser Strömung, so daß wir annehmen können, daß in England unter 1000 Winden etwa 200 aus dieser Richtung kommen. Nur Keswick, Manchester, Lancaster und Kendal haben etwas vorherrschende Südwinde. Die Einbucht der irländischen See, die Gebirge von York und die von den Gebirgen von Wales nach Norden stürzenden Luftmassen scheinen Ursache dieser bedeutenden Ablenkung gegen Süden zu seyn. Daß dieser Uebergang nicht sowohl von der höheren Breite abhängt, geht aus den Messungen zu Clunie Manse hervor, und auch in der Mitte des Meeres scheint die allgemeine westliche Strömung zu herrschen. Nach vierjährigen Beobachtungen (1822—1825) von Stewart auf der Insel Man finden wir, daß die vier Cardinalwinde geweht haben [57])

N	O	S	W
358	306	333	450 Mal

57) Brewster's Edinburgh Journal of Science V, 231.

Und hieraus giebt ſich als mittlere Richtung N 80° W und Stärke 0,101. Die Richtung iſt alſo hier nahe eben ſo als an den übrigen Punkten, die Stärke offenbar etwas geringer, weil nur vier Winde unterſchieden werden. Nehmen wir die gedachten Orte aus, ſo iſt das Verhältniß der öſtlichen Winde zu den weſtlichen nahe wie 1:1,6; die nördlichen und ſüdlichen Winde ſind nahe in gleicher Zahl vorhanden. Und faſt dieſelben Größen giebt Daniell nach 10jährigen Beobachtungen für Großbritannien [58]), wobei er ſich wahrſcheinlich auf Howard's Beobachtungen in London ſtützt. Damit es jedoch nicht das Anſehen habe, als ob ich irgend einer Hypotheſe zu Liebe jene genannten Orte ausgeſchloſſen hätte, ſo will ich bei Herleitung der allgemeinen Windrichtung auf den britiſchen Inſeln das Mittel aller in der obigen Tafel gegebenen Größen anwenden; dann weht

N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
0,082	0,111	0,099	0,081	0,111	0,225	0,171	0,120 Mal

Und hieraus folgt

Richtung	Stärke	Oeſtlich zu Weſtlich	Nördlich zu Südlich
S 65° 31 W;	0,198;	1:1,77	1:1,33

In Frankreich und den Niederlanden iſt das Verhältniß der Winde folgendes:

Ort	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
la Rochelle [59])	0,094	0,270	0,057	0,031	0,104	0,274	0,089	0,081
Denainvilliers [60])	0,181	0,193	0,040	0,011	0,231	0,311	0,013	0,090
Paris [61])	0,127	0,106	0,064	0,035	0,175	0,181	0,190	0,094
Montmorenci [62])	0,181	0,137	0,105	0,032	0,118	0,161	0,145	0,121
Toulouſe [63])	0,104	0,069	0,027	0,244	0,016	0,086	0,260	0,244
Utrecht [64])	0,115	0,118	0,145	0,071	0,090	0,159	0,211	0,091
Amſterdam [65])	0,080	0,090	0,150	0,080	0,090	0,220	0,180	0,110

58) Daniell Essays p. 115.

59) 8jähr Beob. (1783—90) von Seignette in den Mannheimer Ephemeriden; von mir zuſammengeſtellt.

60) 31jähr. Beob. (1748—59, 61—78) von Duhamel bei Cotte Mémoires II, 326.

61) 21jähr. Beob. (1806—26) von Bouvard in den Mém. de l'Institut VII, 332.

Hieraus ergeben sich folgende Resultate

Ort	Richtung	Stärke	Oestlich zu Westlich	Nördlich zu Südlich
la Rochelle	N 72° W	0,073	1 : 1,21	1 : 0,92
Denainvilliers	S 30° W	0,139	1 : 1,45	1 : 1,37
Paris	S 68° W	0,214	1 : 1,98	1 : 1,28
Montmorenci	N 48° W	0,162	1 : 1,56	1 : 0,71
Toulouse	N 62° W	0,237	1 : 1,59	1 : 0,71
Utrecht	N 85° W	0,110	1 : 1,38	1 : 0,99
Amsterdam	S 61° W	0,164	1 : 1,60	1 : 1,40

Wir finden also auch hier eine Luftströmung, welche auf der westlichen Seite des Horizontes liegt, jedoch ist die Stärke derselben an einigen Orten, z. B. in Rochelle, sehr unbedeutend, was an diesem Punkte vielleicht von einem Wechsel von Land- und Seewinden herrühren mag. Nehmen wir das Mittel der obigen Größen, so erhalten wir:

N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
0,126	0,140	0,084	0,076	0,117	0,192	0,155	0,110

und hieraus ergiebt sich für Frankreich und die Niederlande:

Richtung	Stärke	Oestlich zu Westlich	Nördlich zu Südlich
S 88° W	0,133	1 : 1,52	1 : 1,03

Hier ist die mittlere Richtung sehr nahe dieselbe, als die, welche wir erhalten haben würden, wofern wir auf den brittischen Inseln die Orte an der irländischen See ausgeschlossen hätten; eben dieses gilt von dem Verhältnisse der nördlichen und südlichen

62) 15jähr. Beob. (1768—82) von Cotte in den Mémoires II, 456.

63) 10jähr. Beob. (1747—56) von Marcorelle bei Cotte Traité p. 352.

64) 24jähr. Beob. von Muſſchenbroek in Gehler's Wörterb. A. A. IV, 761. und Wargentin in den Abh. d. schwed. Ac. XXIV, 182.

65) 54jähr. Beob. (1701—49, 66—70) aus Cotte Mémoires II, 200. bei Schouw Klimatologie I, 39.

Winde. Ob wir hiernach annehmen müſſen, daß dieſe Größen ſich beim tieferen Eindringen ins Innere des Continentes ändern, mögen folgende Meſſungen in Deutſchland zeigen:

Ort	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Boringen [66])	0,128	0,034	0,117	0,117	0,122	0,130	0,162	0,140
Stuttgart [67])	0,055	0,165	0,271	0,016	0,044	0,276	0,140	0,033
Carlsruhe [68])	0,116	0,250	0,047	0,009	0,034	0,395	0,117	0,032
Mannheim [69])	0,106	0,124	0,130	0,123	0,101	0,160	0,123	0,143
München [70])	0,058	0,045	0,179	0,035	0,103	0,219	0,318	0,033
Ander [71])	0,072	0,070	0,150	0,043	0,077	0,139	0,325	0,124
Tegernſee [72])	0,124	0,056	0,057	0,178	0,142	0,079	0,111	0,243
Peißenberg [73])	0,074	0,130	0,129	0,115	0,111	0,164	0,233	0,084
Regensburg [74])	0,090	0,120	0,130	0,150	0,020	0,080	0,200	0,210
Würzburg [75])	0,096	0,076	0,096	0,085	0,121	0,182	0,214	0,130
Prag [76])	0,066	0,051	0,053	0,078	0,114	0,214	0,206	0,188
Erfurt [77])	0,075	0,071	0,184	0,049	0,074	0,184	0,262	0,101
Göttingen [78])	0,100	0,100	0,090	0,130	0,170	0,160	0,130	0,120
Halle [79])	0,177	0,046	0,082	0,030	0,171	0,121	0,252	0,122
Sagan [80])	0,055	0,122	0,096	0,098	0,164	0,246	0,109	0,110
Berlin [81])	0,051	0,087	0,128	0,109	0,081	0,184	0,214	0,146
Hamburg [82])	0,040	0,100	0,120	0,100	0,050	0,200	0,240	0,150
Curhaven [83])	0,090	0,080	0,130	0,100	0,060	0,200	0,150	0,200
Lüneburg [84])	0,040	0,090	0,070	0,090	0,090	0,170	0,270	0,170
Elberfeld [85])	0,088	0,033	0,027	0,093	0,165	0,305	0,101	0,138

66) Auf der ſchwäbiſchen Alp, 2367′ über dem Meere; 14jähr. Beob. des Pfarrers Höſslin bei Schübler (Schweigger Jahrb. N. R. XXV, 136.)

67) Bei Buek Hamburgs Klima und Witterung S. 84.

68) 26jähr. Beob. (1801—26) von Bökmann, mitgetheilt von Dr. Eiſenlohr MS.

69) 12jähr. Beob. (1781—92) von Hemmer in den Mannheimer Ephemeriden, von mir ber.

70) 12jähr. Beob. (1781—92) von Hübpauer in den Mannheimer Ephemeriden, v. m. b.

71) 12jähr. Beob. (1781—92) von Kettel in den Mannheimer Ephemeriden, v. m. b.

72) 9jähr. Beob. (1781—89) von Gotthard und Donaubauer in den Mannheimer Ephemeriden, v. m. b.

73) 12jähr. Beob. (1781—92) von Fiſcher, Schlögel und Schwaiger in den Mannh. Ephem., v. m. b.

74) 7jähr. Beob. (1783—86, 88—90) von Heinrich aus den Mannh. Ehem. bei Schouw (Klimatologie I, 42).

75) 8jähr. Beob. (1781—88) von Egel in den Mannh. Ephem., v. m. b.

Werden hieraus Richtung und Verhältniſſe der Winde hergeleitet, ſo ergeben ſich folgende Reſultate:

Ort	Richtung	Stärke	Oeſtlich zu Weſtlich	Nördlich zu Südlich
Boringen	S 84° W	0,095	1:1,36	1:1,05
Stuttgart	S 36 O	0,066	1:0,99	1:1,33
Carlsruhe	S 88 W	0,190	1:1,78	1:1,11
Mannheim	N 65 W	0,047	1:1,15	1:1,03
München	S 59 W	0,305	1:2,20	1:2,44
Ander	N 89 W	0,282	1:2,24	1:0,97
Tegernſee	N 84 W	0,107	1:1,44	1:0,94
Peißenberg	S 43 W	0,165	1:1,32	1:1,59
Regensburg	N 31 W	0,164	1:1,22	1:1,07
Würzburg	S 73 W	0,235	1:2,44	1:0,96
Prag	S 74 W	0,383	1:3,51	1:1,43
Erfurt	S 78 W	0,199	1:1,80	1:1,24
Göttingen	S 32 W	0,141	1:1,28	1:1,44
Halle	N 86 W	0,289	1:3,13	1:0,93
Sagan	S 30 W	0,218	1:1,48	1:1,77
Berlin	S 68 W	0,195	1:1,69	1:1,32
Hamburg	S 81 W	0,229	1:1,84	1:1,21
Cuxhaven	N 85 W	0,176	1:1,78	1:0,98
Lüneburg	S 85 W	0,317	1:2,04	1:1,17
Elberfeld	S 52 W	0,290	1:2,68	1:1,82

76) 10jähr. Beob. (1781—87, 89, 91) von Strnadt in den Mannh. Ephem.; v. m. b.

77) 8jähr. Beob. (1781—88) von Planer in den Mannh. Ephem.; v. m. b.

78) Aus Marx „Göttingen in mediciniſcher, phyſiſcher und hiſtoriſcher Hinſicht. 8. Göttingen 1824. S. 72" bei Schouw l. l.

79) 6jähr. Beob. (1816—1818, 20—22) von Baumann, MS.

80) 12jähr. Beob. (1781—92) von Preus in den Mannh. Ephem.; v. m. b.

81) 17jähr. Beob. (1769—85) von Béguelin in den Mém. de Berlin für jedes Jahr.

82) 30jähr. Beob. (1788—1809, 1816—25) bei Buek Hamburgs Klima und Witterung. 8. Hamburg 1826. S. 83.

83) Mitgetheilt von Buek l. l. S. 84.

84) 9jähr. Beob. (1818—26) von Rauschenbusch, mitgetheilt von F. C. Förstemann in Kastner's Archiv für Chemie und Meteor. I, 196.

Nehmen wir wenige Orte aus, wo Localursachen wirken mögen, so finden wir, daß in Deutschland die herrschende Luftströmung nahe aus Westen kommt, wie dieses namentlich die Orte auf der norddeutschen Ebene beweisen. Nur Göttingen und Sagan machen hier eine Ausnahme, aber bei letzterem Orte mag die Nähe des schlesischen Gebirges, so wie die fast im Meridiane liegende Richtung des Boberthales, eine Ursache der Anomalie seyn, was Schouw [85]) auch von Göttingen vermuthet. Zu übersehen scheint außerdem nicht der Umstand, daß sich südöstlich von der Windfahne auf dem Observatorium zu Sagan ein 30 Fuß höheres Dach befand, und daß diese Fahne oft eine Richtung hatte, welche der auf der Parochialkirche daselbst diametral entgegengesetzt war [86]). Bedeutender sind die Abweichungen im südlichen Deutschland offenbar wegen der Nähe der Gebirge. So mag in Regensburg die Anomalie von Luftströmungen herrühren, welche aus dem nördlichen Thale der Nab kommen. Am bedeutendsten jedoch ist die Abweichung in Stuttgart, aber der Schwarzwald und die rauhe Alp üben hier gewiß einen sehr bedeutenden Einfluß aus, so wie denn überhaupt die Winde an verschiedenen nahe gelegenen Orten in Würtemberg sehr bedeutende Abweichungen zeigen [87]).

Nehmen wir das Mittel, so ergeben sich im Durchschnitte folgende Verhältnisse:

N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
0,084	0,098	0,119	0,087	0,097	0,185	0,198	0,131

Und hieraus ergiebt sich

Richtung	Stärke	Oestlich zu Westlich	Nördlich zu Südlich
S 76° W	0,177	1 : 1,69	1 : 1,18

Die Richtung der Luftströmung nebst ihrer Stärke liegen in Deutschland also in der Mitte von denen in England und Frankreich, und dasselbe gilt von den Verhältnissen der Windrichtungen. Hätten wir dagegen nur die Orte auf der Ebene von Norddeutsch-

85) Schouw Klimatologie I, 44.

86) Mannheimer Ephemeriden für 1781. S. 360.

87) Schübler in Schweigger's Jahrb. N. R. XXV, 145.

land angewendet, dann hätten wir sehr nahe dieselbe Richtung gefunden als in Frankreich, und nur die Stärke wäre bedeutender geworden.

In Dänemark sind die Verhältnisse folgende:

Ort	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Copenhagen [88])	0,088	0,087	0,118	0,106	0,125	0,167	0,186	0,123
Christiansöe [89])	0,100	0,100	0,110	0,120	0,090	0,180	0,200	0,140
Skagen [90])	0,120	0,120	0,070	0,140	0,110	0,220	0,160	0,110
Apenrade [91])	0,120	0,120	0,170	0,090	0,070	0,140	0,180	0,160
Hofmannsgave [92])	0,090	0,090	0,100	0,140	0,140	0,200	0,150	0,110
Viborg [93])	0,110	0,110	0,040	0,160	0,020	0,300	0,090	0,270
Stevn's Leuchtthurm [94])	0,060	0,060	0,090	0,150	0,090	0,180	0,160	0,180

Werden hieraus Richtung und Stärke der Luftströmung hergeleitet, so ergeben sich folgende Größen:

Ort	Richtung	Stärke	Oestlich zu Südlich	Nördlich zu Westlich
Copenhagen	S 63° W	0,158	1:1,53	1:1,33
Christiansöe	S 75 W	0,166	1:1,57	1:1,30
Skagen	S 63 W	0,171	1:1,49	1:1,57
Apenrade	N 64 W	0,082	1:1,26	1:0,86
Hofmannsgave	S 32 W	0,200	1:1,40	1:1,78
Viborg	S 76 W	0,270	1:2,13	1:1,23
Skvn's Leuchtthurm	S 70 W	0,187	1:1,73	1:1,27

Nehmen wir das Mittel der obigen Größen, so erhalten wir für Dänemark

N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
0,065	0,098	0,100	0,129	0,092	0,198	0,161	0,156

und hieraus ergiebt sich als Resultat

Richtung	Stärke	Oestlich zu Westlich	Nördlich zu Südlich
S 62° W	0,170	1:1,54	1:1,31

88) 50jähr. Beob., mitgetheilt von Schouw (Klimatol. I, 9).
89) 8jähr. Beob. (1815—22) bei Schouw l. l. S. 22.
90) 9jähr. Beob. (1815—22) bei Schouw l. l. S. 17.
91) 9jähr. Beob. (1812—20) von Neuber bei Schouw l. l. S. 28.
92) 4jähr. Beob. (1802—05) an der Bucht von Odense im nordöstlichen Theile von Fühnen bei Schouw l. l. S. 29.
93) 2jähr. Beob. (1759—60) von Sören Thestrup bei Schouw l. l.
94) 4jähr. Beob. (1818—22) bei Schouw l. l.

Die Richtung und Stärke der Luftströmung ist hier nahe dieselbe als in England, südlicher als in Deutschland und Frankreich. Nur Hofmannsgave und Apenrade weichen aus mir unbekannten Ursachen bedeutend ab. Ob aber die Nähe des Meeres Ursache dieses Ueberganges nach Süden sey, kann ich nicht bestimmen; vielleicht sind es auch die Gebirge Scandinaviens, welche den SW-Passat des Meeres zum Theil aufhalten und die ankommenden Luftmassen nöthigen, an der Küste entlang nach Norden zu gleiten. Um dieses jedoch auszumachen, würden vielfache Beobachtungen aus Norwegen erforderlich seyn. Die einzigen Aufzeichnungen aber, welche ich in diesem Lande kenne, sind die von Hans Ström in Söndmör in Bergens Stift in 62° 19′ N vom April 1761 bis zum April 1774. Darnach wehen die Winde folgendermaßen: [95])

N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
0,15	0,06	0,09	0,10	0,71	0,05	0,30	0,04

und hieraus folgt

Richtung	Stärke	Oestlich zu Westlich	Nördlich zu Südlich
S 59° W	0,188	1 : 1,56	1 : 1,44

Hier also sind die Winde noch mehr nach Süden gegangen, als in Dänemark und England. Aber es würde voreilig seyn, aus dem Verhalten an einem Orte etwas Allgemeines für das ganze Land folgern zu wollen. Außerdem lieferte Bohr für Bergen nach vierjährigen Beobachtungen das Verhalten der vier Cardinalwinde [96]); darnach wehte in dieser Zeit

N	O	S	W
277	391	535	258 Mal

also auch hier würde der Wind vorzugsweise aus S kommen, jedoch würde die Strömung auf der östlichen Seite des Horizon

95) Schouw Klimatologie I, 50. — In den Mannheimer Ephemeriden befinden sich Beobachtungen zu Spydberg und Edsberg, dieselben umfassen aber nur zwei Jahre, ein Zeitraum, der für Gebirgsgegenden viel zu kurz ist.

96) Magazin for Naturvidenskaberne II Tab.

tes liegen, was sich aus einem Herabstürzen der Luft von den Gebirgen erklären ließe. Beobachtungen, welche Bohr später anstellte und im letzten Heft des Magazin for Naturvidenskaberne für 1826 mittheilte, sind theils unvollständig, indem jährlich mehrere Monate fehlen, theils eben so unvollkommen mitgetheilt. Noch ungenügender ist die Angabe des Probst Nils Hertzberg, nach welcher in Stavanger von 1798 bis 1822 2597 östliche und südliche, 2965 westliche und nördliche Winde wehten [97].

Jenseits der norwegischen Alpen haben wir in Schweden folgende Messungen:

Ort	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Stockholm [1])	0,130	0,106	0,095	0,102	0,125	0,152	0,190	0,100
Upsala [2])	0,084	0,113	0,050	0,112	0,106	0,261	0,115	0,157
Werlö [3])	0,092	0,092	0,094	0,117	0,153	0,217	0,173	0,062

Hieraus folgt

Ort	Richtung	Stärke	Oestlich zu Westlich	Nördlich zu Südlich
Stockholm	S 77° W	0,134	1:1,46	1:1,13
Upsala	S 65 W	0,224	1:2,94	1:1,35
Werlö	S 34 W	0,228	1:1,46	1:1,98

Hiernach sind also die Winde südlicher als in Deutschland und Frankreich; ob dieses für Schweden allgemein gelte, läßt sich aus Mangel an Beobachtungen nicht entscheiden; sollte dieses der Fall seyn, so möchte die Ursache vielleicht darin liegen, daß die Luft sich im Becken des bottnischen Meerbusens am bequemsten nach Norden bewegen kann. Dieses scheint wenigstens das Ver-

97) Magazin for Naturvidenskaberne 1824. Hft. II. p. 181.

1) 10jähr. Beob. (1783—92) von Nicander in den Mannh. Ephem.; v. m. b.

2) 9jähr Beob. (1748—56) von Ferner, in den Abhandl. d. schwed. Acad. für die gedachten Jahre.

3) 2jähr. Beob. (1815—16) von Heurlin in Kongl. Vetensk. Acad. Handl. for 1816 u. 1817.

halten der Winde in Finnland anzudeuten. Hier finden wir nämlich:

Ort	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Abo [4])	0,089	0,147	0,102	0,119	0,114	0,187	0,125	0,115
Lajhela = Kirchſpiel [5])	0,154	0,096	0,097	0,068	0,184	0,170	0,134	0,097
Uhleaborg [6])	0,150	0,110	0,120	0,113	0,203	0,124	0,094	0,086

Hieraus ergiebt ſich

Ort	Richtung	Stärke	Oeſtlich zu Weſtlich	Nördlich zu Südlich
Abo	S 53° W	0,075	1 : 1,19	1 : 1,19
Lajhela	S 66 W	0,120	1 : 1,54	1 : 1,22
Uhleaborg	S 1 O	0,079	1 : 0,89	1 : 1,27

Hier ſind die Winde noch weit entſchieden ſüdlicher, als in Schweden; es ſcheint jedoch die Stärke der Luftſtrömung zu beweiſen, daß dieſe Anomalien vielleicht in localer, durch ſorgfältige Beobachtungen an mehreren Orten auszumittelnden Verhältniſſen ihren Grund haben [7]). Daß wenigſtens die Winde beim Uebergange ins Innere des Continentes kein Streben haben ſüdlicher zu werden, zeigt ſchon die Vergleichung von England mit Frankreich und Deutſchland, und eben dieſes beweiſen die

4) 12jähr. Beob. (1750—61) von Leche, Abh. d. ſchwed. Acad. XXIV 193. Die obigen Größen geben für die Richtung genau S 42° 10′ W; der Verf. hat indeſſen N und NNO, O und ONO u. ſ. w. zuſammengezogen, es liegt mithin der Anfang der Kreistheilung in der Mitte zwiſchen N und NNO, d. h. 11° 15′ öſtlich von N.

5) An der Küſte des bottniſchen Meerbuſens, 2 Meilen ſüdöſtlich von Waſa. 4jähr. Beob. (1751—54) von Stjerwal, mitgetheilt von Runeberg in den Abhandl. der ſchwed. Acad. für 1758. Bd. XX. S. 120.

6) 12jähr. Beob. (1776—87) von Julin in den Neuen Abhandl. der ſchwed. Acad. für 1789. Bd. X, 104. Die Eintheilung der Windroſe eben ſo wie in Abo.

7) Sind Windfahnen oder Zug der Wolken beobachtet? Dieſe Frage iſt weder hier noch an den vielen der übrigen Orte beantwortet.

folgenden wenigen Aufzeichnungen in Rußland, Polen und Ungarn:

Ort	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Petersburg [8])	0,120	0,110	0,130	0,090	0,110	0,120	0,180	0,140
Moscau [9])	0,115	0,113	0,037	0,165	0,087	0,187	0,058	0,238
Wilna [10])	0,076	0,044	0,081	0,186	0,081	0,150	0,254	0,128
Ofen [11])	0,084	0,098	0,075	0,079	0,113	0,115	0,173	0,140

Hieraus ergiebt sich

Ort	Richtung	Stärke	Oestlich zu Westlich	Nördlich zu Südlich
Petersburg	N 67° W	0,100	1 : 1,33	1 : 0,86
Moscau [12])	N 80 W	0,127	1 : 1,53	1 : 0,94
Wilna	S 60 W	0,240	1 : 1,71	1 : 1,24
Ofen	N 70 W	0,256	1 : 2,15	1 : 0,69

Die Richtung der Strömung, welche in Scandinavien mehr südlich war, ist hier wieder nach Norden gegangen; nehmen wir das Mittel der vier Orte, so finden wir

N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
0,099	0,091	0,081	0,130	0,098	0,143	0,166	0,192

und hieraus ergiebt sich

Richtung	Stärke	Oestlich zu Westlich	Nördlich zu Südlich
N 87° W	0,167	1 : 1,66	1 : 0,97

8) 20jähr. Beob. (1772—92) von J. A. Euler aus den Nova Acta Ac. Petrop. IX, 393 bei Schouw (Klimatologie I, 47).

9) 7jähr. Beob. (1785—89, 91—93) von Stritter in den Mannh. Ephem.; v. m. b.

10) 1jähr. Beob. (April 1770—März 1771) von Poczobut bei Cotte Traité p. 366.

11) 11jähr. Beob. (1782—92) von Weiß und Bruna in den Mannh. Ephem.; v. m. b.

12) Schouw theilt nur die Resultate von zweijährigen Beobachtungen mit, und darnach wird Richtung N 58° W und Stärke 0,146, also die Luftströmung bei weitem nördlicher. Das von mir gegebene Resultat verdient den Vorzug, weil ihm mehr Jahre zum Grunde liegen.

Welchen Einfluß hiebei Localurſachen haben, läßt ſich bis jetzt nicht entſcheiden; ob z. B. in Petersburg Winde von den Bergen Finnlands nach Süden kommen, oder ob die Luftſtrömung in Ofen deshalb ſo nördlich wird, weil Luftmaſſen von den Bergen in NW gegen die ſüdöſtlich liegende Ebene ſtürzen, läßt ſich jetzt nicht ausmachen. Beobachtungen im Innern von Rußland müßten hierüber genügende Auskunft geben, aber aller Mühe ungeachtet konnte ich ſolche nicht erhalten. In Kaſan ſcheinen die Verhältniſſe noch eben ſo zu ſeyn als im weſtlichen Europa. Nach vierjährigen Beobachtungen von Bronner (1814—1817) war dort SW der vorherrſchende Wind in 22 Monaten, S in 13 Monaten, N in 7 Monaten, NO in 3 Monaten, SO in 2 Monaten und W in einem Monate [13]). Und eben ſo ſollen in Barguſin in Sibirien (53° 25′ N und 4° 59′ weſtlich von Irkutzk) W und N Winde die gewöhnlichſten ſeyn [14]), und in dem von W nach O laufenden Thale von Nertſchinsk wehen weſtliche Winde faſt zwei Drittel des Jahres [15]).

Vielleicht wird kein Land Europas ſo viel Localverhältniſſe aufweiſen, als die Schweiz; da ich jedoch nur Meſſungen von wenigen Punkten beſitze, ſo übergehe ich dieſe ganz und theile die Windrichtungen in Italien mit, wo Localverhältniſſe ebenfalls eine ſehr wichtige Rolle ſpielen. So wünſchenswerth es auch wäre, hier recht viele Orte zu vergleichen, ſo beſitze ich hier doch nur Aufzeichnungen an drei Punkten:

Ort	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Padua [16])	0,291	0,129	0,128	0,064	0,064	0,065	0,113	0,146
Mailand [17])	0,066	0,134	0,265	0,094	0,038	0,120	0,198	0,085
Rom [18])	0,297	0,095	0,038	0,074	0,128	0,220	0,086	0,064

13) Erdmann Beiträge zur Kenntniſs des Innern von Rußland I, 177.

14) Georgi Reiſe im ruſſiſchen Reiche I, 129.

15) Georgi l. l. I, 427.

16) 12jähr. Beob. (1781—92) von Toaldo und Chiminello, in den Mannh. Ephem.; v. m. b.

17) 54jähr. Beob. (1763—1817) der Aſtronomen auf der Sternwarte, mitgetheilt von Cesaris Memorie di Matem. e di Fisica della Società Italiana T. XVIII, Fisica. p. 73.

18) 11jähr. Beob. (1782—92) von Calandrelli in den Mannh. Ephemeriden; v. m. b. — Das Journal zu Bologna in den Mannh. Ephemeriden hat ſehr viele Lücken.

S	SW	W	NW
),079	0,061	0,150	0,343
),086	0,076	0,273	0,158
),116	0,199	0,107	0,235
),230	0,121	0,156	0,225
),013	0,527	0,026	0,023
),200	0,107	0,055	0,250
),081	0,228	0,181	0,282
),066	0,333	0,061	0,216
),243	0,101	0,053	0,147
),129	0,207	0,068	0,296
),041	0,270	0,086	0,210
),232	0,073	0,078	0,201
),088	0,251	0,025	0,246
),295	0,051	0,140	0,108
),137	0,141	0,067	0,031
),108	0,150	0,065	0,098
),159	0,156	0,101	0,099
),068	0,285	0,026	0,135
),022	0,082	0,046	0,096
),093	0,205	0,083	0,131

21) S oberhalb des Zusammenflusses von Platte und Missouri,

22) A m Meere, 4jährige Beob. (1822—25) bei Lovell.
W. w-York, 4jähr. Beob. (1822—25) bei Lovell.

23) A , 6 (engl.) Meilen unterhalb Philadelphia, 2jähr Beob.
3jäh Lovell.
rog
182 in Maryland, Beob. im J. 1822 bei Lovell.

24) A (1823—25) von Little bei Lovell.
übe e in Nord-Carolina, 4jähr. Beob. (1822—25) bei

25) B

26) A arlestown, Süd-Carolina, 2jähr. Beob. (1823—24)
ergi
Lov
ist u ver, 25 (engl.) Meilen von Natchitotes, 3jähr. Beob.
i Lovell.

27) B i, 120 (engl.) Meilen oberhalb New-Orleans, Beob.
con
24) Lovell.

28) B a in Florida, 3jähr. Beob. (1822—24) bei Lovell.
hein Beob. im J. 1825 bei Lovell.

29) H a-Bai in Florida, Beob. im J. 1825 bei Lovell.

Hieraus ergiebt sich

Ort	Richtung	Stärke	Oestlich zu Westlich	Nördlich zu Südlich
Padua	N.	0,337	1:1,01	1:0,34
Mailand	N 6.1° O	0,088	1:0,82	1:0,89
Rom.	N 6.1. W	0,149	1:1,80	1:0,93

Während wir also im übrigen Europa vorzugsweise südliche und westliche Winde antreffen; haben hier die nördlichen das Uebergewicht erhalten. Sollen wir hier annehmen, daß dieses der Luftstrom sey, welcher in den höheren Regionen die Luft zum Aequator zurückbringt und sich hier in die Tiefe senkt? Lambert und Dove scheinen der Meinung zu seyn, daß dieses der Fall sey [19]). Ich bezweifle die Richtigkeit dieser Behauptung. Es hängen diese Nordwinde innig zusammen mit den Moussons des Mittelmeeres; im Winter, also einen großen Theil des Jahres, ist die Luft über dem Meere wärmer als über dem Lande, nothwendig geht also ein Luftstrom von diesem gegen das Meer, welcher im Allgemeinen nördlich seyn wird. Der heiße Luftstrom von der africanischen Wüste unterhält eben diesen Kreislauf im Sommer, wo von den Gletschern große Luftmassen in die Tiefe sinken und sich nach Süden bewegen; daher finden wir denn auch, daß in Padua mehr als ein Drittel aller Winde aus Norden kommt. Daher wehen dann auf dem adriatischen Meere nicht selten heftige Stürme aus NNO (die Bora der Seeleute), welche sich besonders im nördlichen Theile durch Ungestüm auszeichnen [20]). Darnach glaube ich, daß die Luftströmung in Italien durchaus in keinem nähern Zusammenhange mit den Winden in den übrigen Theilen von Europa stehe.

Ehe ich die Windverhältnisse in den verschiedenen Jahreszeiten betrachte, scheint es mir zweckmäßig, das Verhalten der Winde in Nordamerika zu untersuchen. Hier besitzen wir folgende Messungen: *)

19) Poggendorff's Annalen l. l.

20) Spix und Martius Reise nach Brasilien I, 16

*) S. die nebenstehende Tabelle S. 234 — 237.

der Luftſtrömung eine ſo nördliche Richtung zu geben, es ſcheint dieſes um ſo wahrſcheinlicher, da dieſe Richtung mit der vom Thale des Potomac und ſeiner Durchbruchsſpalte im blauen Gebirge zuſammenfällt. Und einen völlig ähnlichen Uebergang nach Norden zeigen uns die im Innern des Landes liegenden Punkte, namentlich Council Bluffs und Fort Churchill, obgleich am letzteren Orte ſchwerlich einjährige Beobachtungen genügen möchten, um die Verhältniſſe zu fixiren.

Die ſüdlicher liegenden Orte zeigen, daß ſie ſich bereits in der Region der Paſſate befinden, namentlich iſt dieſes in St. Auguſtine der Fall, während die Luftſtrömung im Fort Moultrie bei Charlestown zwiſchen S und O liegt, was wahrſcheinlich durch das Zuſammentreffen des NO-Paſſates mit dem herabſinkenden SW Winde bedingt werden möchte, eben ſo wie dieſes an den übrigen Orten am Südrande von Nordamerica der Fall iſt.

Bisher haben wir die Richtung des Windes nur im Durchſchnitte des Jahres betrachtet. Wenn wir jedoch erwägen, daß das Feſtland im Sommer wärmer, im Winter kälter iſt, als das Meer, ſo wird begreiflich, daß in jener Zeit der Wind vom Meere gegen das Land, in dieſer aber umgekehrt wehen muß. Bleiben wir zunächſt bei der von SW nach NO laufenden Oſtküſte America's ſtehen, ſo würde z. B. im Fort Columbus bei New-York der Wind ohne Einwirkung anderer Urſachen im Sommer aus SSO, im Winter aus NNW kommen, wie dieſes bereits Benj.-Franklin behauptete [44]). Da aber die weſtliche Strömung hier vorherrſchend iſt, ſo wird im Sommer der Wind eine aus SSO und W, im Winter aus NNW und W zuſammengeſetzte Richtung haben. Folgende Tafel, welche die abſoluten Zahlen der einzelnen Winde zeigt, beſtätigt dieſes vollkommen:

44) Franklin's Werke von Wenzel II, 14.

Fort

Fort Columbus	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Januar	1	14	4	6	11	27	9	49
Februar	6	15	4	7	6	25	5	45
März	3	16	5	15	7	24	11	43
April	1	14	5	21	14	28	6	31
Mai	...	12	...	23	29	21	7	32
Junius	1	14	1	25	19	27	7	26
Julius	...	9	6	15	22	40	10	22
Auguſt	4	16	3	17	33	24	9	18
September	...	25	4	26	11	23	5	30
October	2	10	8	17	19	12	7	49
November	7	10	1	9	7	28	12	46
December	7	13	1	14	10	23	13	43

Und hieraus folgt

	Richtung	Stärke	Oeſtlich zu Weſtlich	Nördlich zu Südlich
Januar	N 72° W	0,377	1:3,54	1:0,66
Februar	N 62 W	0,372	1:2,89	1:0,57
März	N 72 W	0,267	1:2,17	1:0,74
April	S 49 W	0,200	1:1,63	1:1,37
Mai	S 34 W	0,283	1:1,74	1:1,66
Junius	S 31 W	0,257	1:1,50	1:1,73
Julius	S 38 W	0,401	1:2,40	1:2,49
Auguſt	S 20 W	0,291	1:1,42	1:1,68
September	S 42 W	0,049	1:1,07	1:1,07
October	N 80 W	0,189	1:1,94	1:0,79
November	N 75 W	0,430	1:4,30	1:0,71
December	N 75 W	0,330	1:2,82	1:0,75

Wir finden hier alſo ſo entſchieden von den Jahreszeiten abhängige Richtungen, daß wir ſie ſehr gut wahre Mouſſons nennen könnten. Im Januar und Julius, alſo zur Zeit der geringſten oder größten Wärme des Jahres, iſt der Wind am meiſten nördlich oder ſüdlich, die Hälfte der Winde folgt dann der allgemeinen Strömung; um die Zeit der Aequinoctien dagegen, wo der Uebergang Statt findet, iſt die Richtung unentſchieden, die Stärke des herrſchenden Windes ſehr ſchwach. Und auch am

mexicanischen Meerbusen zeigt sich dieser Wechsel. So finden wir in Pensacola (Cantonment Clinch) folgende Richtung und Stärke:

	Richtung	Stärke		Richtung	Stärke
Januar	N 17° O	0,126	Julius	S 32° W	0,582
Februar	N 57 W	0,101	August	S 31 W	0,246
März	S 12 O	0,251	September	S 39 O	0,187
April	S 1 W	0,444	October	N 57 O	0,277
Mai	S 31 W	0,336	November	N 85 O	0,190
Junius	S 26 W	0,582	December	N 56 O	0,345

Wenn dreijährige Beobachtungen auch nicht genügen, die Richtung der Strömungen scharf anzugeben, so ist doch nicht zu verkennen, daß die Luft im Winter mit Lebhaftigkeit gegen das südliche Meer strömt. Und dieser Einfluß des Temperaturunterschiedes zwischen Festland und Meer zeigt sich noch weit von den Küsten, sowohl im mexicanischen Meerbusen, als auf dem großen Oceane. Häufig arten diese Winde in Stürme aus und stören dann die Schifffahrt. Die *Nortes* der Spanier, eigentlich NW-Winde, wehen im mexicanischen Meerbusen vom Herbste bis zum Frühlinge. Am schwächsten sind dieselben gewöhnlich in den Monaten September und October, am heftigsten im März. In Veracruz beginnt der Sturm zuweilen mit solchem Ungestüm, daß die aufstobenden Wellen hoch über die Stadtmauer schlagen. Diese Stürme dauern drei bis vier, zuweilen zehn bis zwölf Tage; so wie denn überhaupt der tropische Ostwind alsdann hier nur drei bis vier Tage anhält [45]). Eben diese Nordwinde zeigen sich auf Cuba oft so anhaltend, daß das Thermometer in der Havannah auf 0° sinkt [46]). Auch im Sommer zeigen sich zuweilen im mexicanischen Meerbusen heftige Windstöße aus N (Nortes de Huesco colorado), stets aber gehören dieselben zu den selteneren Erscheinungen. Eben dieser Austausch zwischen den Luftmassen des Festlandes und Meeres zeigt sich auch an der Westküste von Mexico. In der Nähe derselben wird die Schifffahrt auf dem großen

45) Humboldt, Neu-Spanien I, 54. 69 folg. Dampier Traité des Vents p. 59.

46) Humboldt Voyage XI, 250.

Fort Columbus	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Januar	1	14	4	6	11	27	9	49
Februar	6	15	4	7	6	25	5	45
März	3	16	5	15	7	24	11	43
April	1	14	5	21	14	28	6	31
Mai	...	12	...	23	29	21	7	32
Junius	1	14	1	25	19	27	7	26
Julius	...	9	6	15	22	40	10	22
Auguſt	4	16	3	17	33	24	9	18
September	...	25	4	26	11	23	5	30
October	2	10	8	17	19	12	7	49
November	7	10	1	9	7	28	12	46
December	7	13	1	14	10	23	13	43

Und hieraus folgt

	Richtung	Stärke	Oeſtlich zu Weſtlich	Nördlich zu Südlich
Januar	N 72° W	0,377	1:3,54	1:0,66
Februar	N 62 W	0,372	1:2,89	1:0,57
März	N 72 W	0,267	1:2,17	1:0,74
April	S 49 W	0,200	1:1,63	1:1,37
Mai	S 34 W	0,283	1:1,74	1:1,66
Junius	S 31 W	0,257	1:1,50	1:1,73
Julius	S 38 W	0,401	1:2,40	1:2,49
Auguſt	S 20 W	0,291	1:1,42	1:1,68
September	S 42 W	0,049	1:1,07	1:1,07
October	N 80 W	0,189	1:1,94	1:0,79
November	N 75 W	0,430	1:4,30	1:0,71
December	N 75 W	0,330	1:2,82	1:0,75

Wir finden hier alſo ſo entſchieden von den Jahreszeiten abhängige Richtungen, daß wir ſie ſehr gut wahre Mouſſons nennen könnten. Im Januar und Julius, alſo zur Zeit der geringſten oder größten Wärme des Jahres, iſt der Wind am meiſten nördlich oder ſüdlich, die Hälfte der Winde folgt dann der allgemeinen Strömung; um die Zeit der Aequinoctien dagegen, wo der Uebergang Statt findet, iſt die Richtung unentſchieden, die Stärke des herrſchenden Windes ſehr ſchwach. Und auch am

mexicanischen Meerbusen zeigt sich dieser Wechsel. So finden wir in Pensacola (Cantonment Clinch) folgende Richtung und Stärke:

	Richtung	Stärke		Richtung	Stärke
Januar	N 17° O	0,126	Julius	S 32° W	0,582
Februar	N 57 W	0,101	August	S 31 W	0,246
März	S 12 O	0,251	September	S 39 O	0,187
April	S 1 W	0,444	October	N 57 O	0,277
Mai	S 31 W	0,336	November	N 85 O	0,190
Junius	S 26 W	0,582	December	N 56 O	0,345

Wenn dreijährige Beobachtungen auch nicht genügen, die Richtung der Strömungen scharf anzugeben, so ist doch nicht zu verkennen, daß die Luft im Winter mit Lebhaftigkeit gegen das südliche Meer strömt. Und dieser Einfluß des Temperaturunterschiedes zwischen Festland und Meer zeigt sich noch weit von den Küsten, sowohl im mexicanischen Meerbusen, als auf dem großen Oceane. Häufig arten diese Winde in Stürme aus und stören dann die Schifffahrt. Die *Nortes* der Spanier, eigentlich NW-Winde, wehen im mexicanischen Meerbusen vom Herbste bis zum Frühlinge. Am schwächsten sind dieselben gewöhnlich in den Monaten September und October, am heftigsten im März. In Veracruz beginnt der Sturm zuweilen mit solchem Ungestüm, daß die auftobenden Wellen hoch über die Stadtmauer schlagen. Diese Stürme dauern drei bis vier, zuweilen zehn bis zwölf Tage; so wie denn überhaupt der tropische Ostwind alsdann hier nur drei bis vier Tage anhält [45]). Eben diese Nordwinde zeigen sich auf Cuba oft so anhaltend, daß das Thermometer in der Havannah auf 0° sinkt [46]). Auch im Sommer zeigen sich zuweilen im mexicanischen Meerbusen heftige Windstöße aus N (Nortes de Huesco colorado), stets aber gehören dieselben zu den selteneren Erscheinungen. Eben dieser Austausch zwischen den Luftmassen des Festlandes und Meeres zeigt sich auch an der Westküste von Mexico. In der Nähe derselben wird die Schifffahrt auf dem großen

45) Humboldt, Neu-Spanien I, 54. 69 folg. Dampier Traité des Vents p. 59.

46) Humboldt Voyage XI, 250.

Oceane im Julius und Auguſt äußerſt gefährlich, es wüthen ſchreckliche aus NW, alſo vom Meere kommende, Stürme, welche es ſelbſt noch im September ſehr gefährlich machen, an der Küſte von Guatimala zu landen [47]). Vom October bis zum Mai wird in dieſen Gegenden die Ruhe des ſogenannten ſtillen Meeres durch heftige Stürme aus NO unterbrochen. Es heißen dieſe Windſtöße Papagallos und Tehuantepec, ſie erſtrecken ſich hauptſächlich vom weißen Vorgebirge von Nicoya (9° 30′ N) bis zum Meerbuſen von Santa Catharina (10° 45′ N). Da das Gleichgewicht der Atmoſphäre im Januar und Februar auf dem Antillenmeere aufgehoben iſt, ſo ſtrömen nach Humboldt vielleicht die aufwogenden Luftmaſſen mit großem Ungeſtüm queer über den Continent gegen den großen Ocean hin [48]).

Eine ähnliche wenn auch weniger deutlich in die Augen ſpringende Abhängigkeit der Windrichtungen von den Jahreszeiten treffen wir in Europa. So geben die Beobachtungen, Bouvard's für Paris folgende Größen:

Paris	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Januar	0,154	0,118	0,069	0,074	0,194	0,154	0,142	0,095
Februar	0,096	0,068	0,063	0,078	0,226	0,179	0,199	0,091
März	0,158	0,184	0,051	0,065	0,129	0,154	0,169	0,091
April	0,183	0,138	0,077	0,066	0,162	0,131	0,147	0,096
Mai	0,140	0,092	0,077	0,078	0,162	0,197	0,178	0,076
Junius	0,192	0,125	0,060	0,046	0,087	0,155	0,220	0,114
Julius	0,151	0,065	0,044	0,046	0,119	0,203	0,269	0,103
Auguſt	0,104	0,061	0,062	0,035	0,121	0,224	0,270	0,123
September	0,129	0,119	0,068	0,058	0,173	0, 88	0,175	0,091
October	0,078	0,075	0,071	0,104	0,274	0,173	0,150	0,075
November	0,078	0,100	0,056	0,071	0,200	0,205	0,191	0,098
December	0,061	0,125	0,076	0,051	0,231	0,210	0,171	0,075

Aus dieſen Größen ergeben ſich folgende Reſultate:

	Richtung	Stärke	Oeſtlich zu Weſtlich	Nördlich zu Südlich
Januar	S 66° W	0,124	1 : 1,50	1 : 1,15
Februar	S 48 W	0,298	1 : 2,24	1 : 1,90
März	N 59 W	0,133	1 : 1,38	1 : 0,80
April	N 49 W	0,072	1 : 1,33	1 : 0,88

47) Humboldt Neu-Spanien I, 72.

48) Humboldt l. l. Dampier Traité des vents p. 47.

	Richtung	Stärke	Oeſtlich zu Weſtlich	Nördlich zu Südlich
Mai	S 61° W	0,199	1 : 1,83	1 : 1,42
Junius	N 60 W	0,265	1 : 2,12	1 : 0,67
Julius	N 86 W	0,364	1 : 3,71	1 : 1,16
Auguſt	S 80 W	0,392	1 : 3,91	1 : 1,32
September	S 68 W	0,193	1 : 1,85	1 : 2,23
October	S 24 W	0,316	1 : 1,59	1 : 2,42
November	S 52 W	0,290	1 : 2,18	1 : 1,73
December	S 39 W	0,274	1 : 1,81	1 : 1,89
Winter	S 48 W	0,229	1 : 1,82	1 : 1,58
Frühling	N 88 W	0,128	1 : 1,50	1 : 0,99
Sommer	N 88 W	0,328	1 : 3,09	1 : 1
Herbſt	S 48 W	0,283	1 : 1,86	1 : 1,72

Für Berlin geben die oben erwähnten Aufzeichnungen von Beguelin folgende Größen:

Berlin	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Januar	0,036	0,078	0,187	0,110	0,118	0,208	0,171	0,092
Februar	0,048	0,095	0,105	0,106	0,112	0,242	0,180	0,112
März	0,036	0,098	0,168	0,120	0,095	0,162	0,212	0,109
April	0,056	0,140	0,139	0,096	0,062	0,153	0,232	0,122
Mai	0,051	0,121	0,133	0,119	0,041	0,168	0,201	0,167
Junius	0,053	0,081	0,097	0,117	0,050	0,154	0,219	0,229
Julius	0,057	0,065	0,072	0,069	0,048	0,138	0,311	0,240
Auguſt	0,080	0,064	0,071	0,064	0,075	0,192	0,250	0,204
September	0,041	0,082	0,133	0,111	0,083	0,189	0,222	0,138
October	0,061	0,046	0,154	0,127	0,103	0,201	0,184	0,119
November	0,047	0,093	0,115	0,126	0,093	0,199	0,213	0,111
December	0,048	0,084	0,158	0,143	0,084	0,201	0,177	0,106

Hieraus ergiebt ſich

	Richtung	Stärke	Oeſtlich zu Weſtlich	Nördlich zu Südlich
Januar	S 19° W	0,197	1 : 1,26	1 : 2,12
Februar	S 48 W	0,246	1 : 1,75	1 : 1,80
März	S 36 W	0,139	1 : 1,22	1 : 1,53
April	N 89 W	0,122	1 : 1,35	1 : 0,98
Mai	N 85 W	0,136	1 : 1,44	1 : 0,96
Junius	N 83 W	0,255	1 : 2,04	1 : 0,88
Julius	N 89 W	0,412	1 : 3,34	1 : 0,70

	Richtung	Stärke	Oestlich zu Südlich	Nördlich zu Südlich
August	N 88° W	0,369	1:3,25	1:0,95
September	S 62 W	0,209	1:1,69	1:1,47
October	S 40 W	0,210	1:1,54	1:1,93
November	S 51 W	0,209	1:1,57	1:1,66
December	S 28 W	0,163	1:1,26	1:1,80
Winter	S 33 W	0,197	1:1,37	1:1,90
Frühling	S 73 W	0,116	1:1,32	1:1,13
Sommer	N 83 W	0,346	1:2,77	1:0,85
Herbst	S 50 W	0,201	1:1,60	1:1,67

Nehmen wir Hamburg, so erhalten wir folgende Größen, welche angeben, wie viel Tage ein jeder Wind während des Monates weht.

Hamburg	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Januar	0,9	2,2	4,3	4,5	1,7	6,9	5,7	4,8
Februar	1,0	2,5	3,2	2,8	1,1	7,1	6,6	3,5
März	2,0	4,6	5,0	3,1	1,1	4,1	6,5	4,6
April	1,7	5,3	4,3	3,5	0,9	4,3	5,9	4,1
Mai	1,0	5,8	4,3	2,9	0,9	3,8	6,5	5,9
Junius	0,8	3,8	1,8	1,7	0,7	4,4	9,4	7,1
Julius	0,9	1,9	2,5	2,4	1,2	6,4	9,7	5,8
August	1,1	2,2	2,4	3,0	1,1	7,3	9,3	4,7
September	0,9	2,8	3,0	2,6	1,7	6,0	8,7	4,3
October	0,6	2,0	4,7	4,2	2,6	7,2	6,7	3,0
November	0,8	2,3	4,6	3,2	1,9	7,2	7,3	2,7
December	0,8	2,4	4,6	3,8	1,9	7,4	7,1	2,9

Und hieraus ergiebt sich

	Richtung	Stärke	Oestlich zu Westlich	Nördlich zu Südlich
Januar	S 52° W	0,210	1:1,58	1:1,66
Februar	S 68 W	0,277	1:2,02	1:1,57
März	N 44 W	0,103	1:1,20	1:0,74
April	N 34 W	0,078	1:1,09	1:0,78
Mai	N 39 W	0,150	1:1,25	1:0,60

	Richtung	Stärke	Oeſtlich zu Weſtlich	Nördlich zu Südlich
Junius	N 74° W	0,416	1:2,86	1:0,58
Julius	S 85 W	0,417	1:3,22	1:1,16
Auguſt	S 78 W	0,384	1:2,80	1:0,81
September	S 79 W	0,305	1:2,26	1:1,29
October	S 36 W	0,262	1:1,55	1:2,50
November	S 50 W	0,254	1:1,70	1:2,12
December	S 46 W	0,244	1:1,61	1:2,15
Winter	S 55 W	0,237	1:1,72	1:1,77
Frühling	N 39 W	0,110	1:1,18	1:0,70
Sommer	W	0,397	1:2,96	1:1,00
Herbſt	S 67 W	0,236	1:1,81	1:1,89

Nehmen wir einen Ort im ſüdlichen Deutſchland, ſo zeigt uns z. B. Prag folgende Vertheilung der Winde:

Monat	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Januar	0,035	0,028	0,034	0,106	0,153	0,275	0,239	0,129
Februar	0,045	0,048	0,033	0,061	0,085	0,238	0,259	0,231
März	0,091	0,062	0,038	0,102	0,119	0,223	0,169	0,197
April	0,089	0,109	0,098	0,082	0,107	0,198	0,155	0,162
Mai	0,088	0,075	0,079	0,119	0,108	0,221	0,150	0,159
Junius	0,127	0,068	0,064	0,054	0,098	0,154	0,224	0,211
Julius	0,043	0,031	0,031	0,049	0,072	0,281	0,240	0,253
Auguſt	0,035	0,024	0,035	0,036	0,086	0,243	0,250	0,241
September	0,042	0,053	0,059	0,059	0,092	0,252	0,266	0,177
October	0,047	0,063	0,057	0,102	0,086	0,261	0,154	0,230
November	0,062	0,017	0,038	0,056	0,149	0,290	0,217	0,171
December	0,041	0,034	0,067	0,111	0,209	0,290	0,154	0,094

Hieraus folgt

	Richtung	Stärke	Oeſtlich zu Weſtlich	Nördlich zu Südlich
Januar	S 56° W	0,483	1:3,92	1:2,78
Februar	S 84 W	0,483	1:5,13	1:1,19
März	S 77 W	0,321	1:2,92	1:1,27
April	S 82 W	0,178	1:1,78	1:1,08
Mai	S 66 W	0,224	1:1,94	1:1,39
Junius	N 77 W	0,341	1:3,16	1:0,75
Julius	S 83 W	0,534	1:6,97	1:1,23
Auguſt	S 89 W	0,516	1:7,73	1:1,06

	Richtung	Stärke	Oestlich zu Westlich	Nördlich zu Südlich
September	S 76°W	0,444	1:4,06	1:1,48
October	S 75 W	0,339	1:2,91	1:1,32
November	S 66 W	0,495	1:6,11	1:1,98
December	S 35 W	0,442	1:2,54	1:3,61
Winter	S 58 W	0,442	1:3,70	1:2,23
Frühling	S 74 W	0,239	1:2,14	1:1,24
Sommer	W	0,459	1:5,35	1:0,99
Herbst	S 71 W	0,429	1:4,00	1:1,56

Es würde sehr viel Raum erfordern, sollte ich dieselbe Vergleichung noch an andern Orten vornehmen. Ich habe an den meisten Punkten, von denen ich wenigstens fünfjährige Beobachtungen besaß, die Verhältnisse in den Jahreszeiten, bei länger fortgesetzten Aufzeichnungen auch in den einzelnen Monaten zu bestimmen gesucht. Die Resultate stimmen an den meisten Orten von Europa mehr oder weniger überein; darnach haben wir folgende, zum Theil schon von Schouw [48]) angegebene Gesetze zu beachten:

1) Im Winter ist die Richtung der Luftströmung meistens südlicher als im Durchschnitte des Jahres; die Stärke dieser Luftströmung ist im Januar, an vielen Orten auch im Februar, am größten.

2) Im Frühlinge, an manchen Orten im März, an andern im April, erheben sich häufig Ostwinde, welche die Stärke der westlichen Luftströmung sehr vermindern, so daß diese an allen Orten weit geringer ist, als im jährlichen Durchschnitte; das Verhältniß der nördlichen Winde zu den südlichen ist weniger bestimmt, an einigen Orten ist es größer, an andern geringer, als im jährlichen Durchschnitte, so daß die Luftströmung im Frühlinge bald nördlich bald südlich von der jährlichen liegt.

3) Im Sommer, namentlich im Julius, wehen die Winde vorzugsweise aus W, das Uebergewicht der westlichen Winde

48) Schouw Klimatologie I, 57.

über die östlichen erreicht dann das Maximum, zugleich werden die nördlichen Winde häufiger, so daß die Luftströmung in dieser Jahreszeit nördlich von der mittleren liegt.

4) Im Herbst nimmt das Uebergewicht der westlichen Winde ab, dagegen nehmen die südlichen Winde namentlich im October sehr schnell zu, dergestalt, daß an vielen Orten die Luftströmung näher an Süden liegt, als in irgend einem andern Monate.

Die Ursache dieser Abhängigkeit der Windrichtung von den Jahreszeiten liegt in den Temperaturdifferenzen benachbarter Gegenden. Im Allgemeinen ist die Luftströmung in Europa westlich oder südwestlich, es ist dieses der in höheren Breiten herabsinkende SW-Passat [48]). Im Winter aber ist bei einerlei Breite das Innere des Continentes kälter als die Luft über dem Meere, dadurch entstehen in Europa östliche Winde, welche die Stärke der südlichen Luftströmung etwas schwächen. Erst einige Zeit nachdem die Temperaturdifferenz am größten war, wehen die Ostwinde mit größter Stärke, sie heben einen großen Theil der Westwinde auf, und größer als in einer andern Jahreszeit ist das Verhältniß der östlichen Winde zu den westlichen [49]). So wie die nördliche Declination der Sonne aber größer wird, so steigt die Wärme über dem Festlande weit schneller als über dem Meere, daher werden in den unteren Regionen der Atmosphäre häufig vom Meere kommende Westwinde wehen; das Verhältniß der westlichen Winde zu den östlichen ist im Sommer am größten, die Stärke der vorherrschenden Luftströmung erreicht dann ihr Maximum. Zugleich aber ist die Richtung dieser Strömung nach Norden gegangen, offenbar weil die kältesten Luftmassen alsdann in NW liegen und die Winde also vorzugsweise aus dieser Gegend kommen. Schouw [50]) glaubt aus zweijährigen Beobachtungen zu Moscau schließen zu können, daß dieser Unterschied der mittleren Luftströmung in verschiedenen Jahreszeiten im Innern

48) le Gentil in den Mém. de Paris 1784. p. 480.

49) Die Passate zeigten auf dieselbe Art, daß erst einige Monate nach der größten oder niedrigsten Temperatur das Maximum der Verrückung eintrat. Vgl. Brandes Beiträge S. 13.

50) Schouw Klimatologie I, 57.

von Europa verschwinde; aber siebenjährige Beobachtungen (1785—89, 91, 92) in den Mannheimer Ephemeriden zeigen, daß dort noch dieselben Verhältnisse Statt finden. Bleiben wir nämlich bei den Jahreszeiten stehen, so finden wir

Zeit	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Winter	0,091	0,123	0,058	0,199	0,090	0,175	0,052	0,212
Frühling	0,130	0,123	0,030	0,178	0,078	0,173	0,061	0,228
Sommer	0,131	0,123	0,035	0,150	0,068	0,157	0,064	0,273
Herbst	0,109	0,082	0,024	0,132	0,110	0,243	0,056	0,243

Und hieraus ergiebt sich

	Richtung	Stärke	Oestlich zu Westlich	Nördlich zu Südlich
Winter	S 56° W	0,048	1:1,16	1:1,09
Frühling	N 63 W	0,114	1:1,40	1:0,89
Sommer	N 48 W	0,188	1:1,51	1:0,71
Herbst	S 81 W	0,227	1:2,25	1:1,12

Also auch in Moscau ist die Richtung der Luftströmung im Winter weit südlicher als im Sommer, nur scheint es, daß die östlichen Winde hier bereits in der kältesten Jahreszeit das Uebergewicht haben.

Auffallend ist an allen Orten die stark aus Süden kommende Strömung im Herbste, welche besonders im October am meisten nach Süden gegangen ist. Wir dürfen wohl schwerlich annehmen, daß es bloß der SW-Passat sey, welcher diese Richtung bedinge. Ich glaube vielmehr, daß ein Austausch der Luftmasse zwischen der nördlichen und südlichen Halbkugel hiebei eine wichtige Rolle spiele. Wir werden in der Folge, wo wir den Stand des Barometers in verschiedenen Jahreszeiten betrachten, einen ungleichen Luftdruck im Winter und im Sommer finden. In der Nähe des Aequators tritt dieser Umstand weit deutlicher hervor, als in höheren Breiten, obgleich er auch hier nicht zu verkennen ist. Der Luftdruck ist im Sommer kleiner als im Winter, und dieses macht auch schon eine einfache Betrachtung wahrscheinlich. Wenn die Wärme der Luft in der nördlichen Halbkugel ihr Maximum erreicht, so wird die Atmosphäre hier eine größere Höhe haben, als in der südlichen Halbkugel, wo in dieser Zeit das

Minimum der Temperatur Statt findet. Es wird daher nothwendig ein Theil der Luftmaſſe aus der nördlichen Halbkugel in die ſüdliche abfließen. Wenn aber zur Zeit des Herbſt-Aequinoctiums die Wärme der nördlichen Halbkugel ſinkt, die der ſüdlichen ſteigt, dann wird die Luft nach Norden zurückkehren und die Luftſtrömung ſüdlich werden. Vielleicht trägt dieſer Austauſch der Luft zwiſchen beiden Halbkugeln mit dazu bei, daß die Luftſtrömung im Sommer und Frühlinge nach Norden geht.

Stellen wir jetzt nochmals die in verſchiedenen Gegenden beobachteten Windverhältniſſe zuſammen, ſo haben wir

	Richtung	Stärke
England	S 66° W	0,198
Frankreich und Holland	S 88 W	0,133
Deutſchland	S 76 W	0,177
Dänemark	S 62 W	0,170
Schweden [51])	S 77 W	0,228
Oeſtliches Europa	N 87 W	0,167
Nördlicher Theil der Vereinigten Staaten	S 86 W	0,182

Hiernach herrſchen alſo allenthalben in der nördlichen Halbkugel weſtliche Winde vor, und nur Finnland und Italien machen davon in ſo fern eine Ausnahme, als in jener Gegend die Richtung vielleicht wegen des bottniſchen Meerbuſens mehr ſüdlich, hier aber durch die von den Alpen herabſtürzenden Winde mehr nördlich iſt. Ob aber die mittlere Luftſtrömung ſich beim Uebergange von den Weſtküſten Europas ins Innere des Continentes ändere, läßt ſich jetzt noch nicht genügend entſcheiden. Dove [52]) behauptet, daß die Luftſtrömung deſto nördlicher würde, je tiefer wir ins europäiſche Continent gingen; und ſchon früher hatte Schouw [53]) angenommen, daß die weſtlichen Winde immer nördlicher würden, je weiter wir uns von den Küſten des atlantiſchen Meeres entfernten. Beide ſtützen ſich dabei auf zweijährige Beobachtun-

51) Ich habe nur die Verhältniſſe von Stockholm genommen.

52) Poggendorff's Annalen XIII, 585.

53) Schouw Klimatologie I, 53.

gen in Moscau, während siebenjährige, von mir benutzte, andere Verhältnisse zeigen. Die obige Tafel zeigt allerdings, daß in England die Luftströmung weit südlicher sey, als in Rußland und Ungarn; aber wir haben bereits oben gesehen, daß sich die Orte an der irländischen See durch südliche Winde auszeichnen, während die Luftströmung im Innern von England fast rein westlich ist. Stellen wir aber Holland und Frankreich mit Rußland zusammen, dann stimmt die Luftströmung in beiden Ländern vollkommen überein, da der nur fünf Grad betragende Unterschied in den Richtungen bei Untersuchungen dieser Art völlig zu übersehen ist. Und ganz eben so ist die Richtung in America wenigstens an der Ostküste des Continentes.

Indessen ist diese mittlere Luftströmung etwas blos durch Abstraction Gefundenes; wir sehen allerdings bei Vergleichung der obigen Tafeln, daß die Winde vorzugsweise aus SW oder W kommen, dann nimmt die Zahl der Winde aus verschiedenen Richtungen auf beiden Seiten der Luftströmung wieder ab und erreicht an den meisten Orten ein zweites Maximum in NO, seltener in N oder O, wie dieses zuerst Dove bemerkt hat [54]). Hiernach müssen wir also zwei vorherrschende Winde in der nördlichen Halbkugel annehmen, welche ich der Kürze halber mit SW und NO bezeichnen will, doch hat ersterer über den letzteren ein bedeutendes Uebergewicht. Wie dieses Verhalten beschaffen sey, zeigt folgende Tafel, in welcher ich neben der Richtung eines jeden der beiden vorherrschenden Winde die Zahl angebe, wie oft jeden derselben geweht hat. Das Uebergewicht der vorherrschenden SW Winde befindet sich in der letzten Verticalspalte:

Ort	SW		NO		Unterschied
Penzance	SW	0,149	NO	0,120	0,047
Gosport	W	0,210	O	0,140	0,070
London	SW	0,254	NO	0,147	0,107
Cork	W	0,220	O	0,140	0,080
Manchester [55])	SW	0,390	NO	0,100	0,290

54) Poggendorff's Annalen XV, 66.

55) Hier scheint eher NW mit der Stärke 0,120 der stärkere Wind der nördlichen Halbkugel zu seyn.

Ort	SW		NO		Unterſchied
New-Malton	S	0,220	N und NO	0,150	0,070
Lancaſter	SW	0,260	NO und O	0,100	0,160
Kendal	SW	0,380	NO	0,220	0,160
Keswick	W	0,240	O	0,150	0,090
Etunie Manſe	W	0,220	O	0,140	0,080
la Rochelle	SW	0,274	NO	0,270	0,004
Denainvilliers	SW	0,311	NO	0,195	0,018
Paris	W	0,190	N	0,127	0,065
Montmorenci	SW	0,161	N	0,181	—0,020
Toulouſe	W	0,260	SO	0,244	0,016
Utrecht	W	0,211	O	0,145	0,066
Amſterdam	SW	0,220	O	0,150	0,070
Boringen [56])	W	0,162	O	0,117	0,045
Stuttgardt	SW	0,276	O	0,271	0,005
Carlsruhe	SW	0,395	NO	0,250	0,145
Mannheim	SW	0,160	NO	0,124	0,036
München	W	0,318	O	0,179	0,139
Andex	W	0,325	O	0,150	0,175
Tegernſee	NW	0,243	SO	0,178	0,065
Peißenberg	W	0,233	O	0,129	0,104
Regensburg	NW	0,210	SO	0,150	0,060
Würzburg	W	0,214	O (?)	0,096	0,119
Prag [57])	SW	0,244	. . . . .		. . . .
Erfurt	W	0,262	O	0,184	0,078
Göttingen	S	0,170	N	0,100	0,070
Halle [58])	W	0,252	O	0,082	0,170
Sagan	SW	0,246	NO	0,122	0,124
Berlin	W	0,214	O	0,128	0,086
Hamburg	W	0,240	O	0,120	0,120

56) Das ſtärkere N mit 0,128 liegt noch im Uebergange zum Minimum.

57) Das Maximum auf der öſtlichen Seite der Windroſe iſt nicht zu erkennen.

58) Vielleicht iſt N mit 0,177 das Maximum auf der öſtlichen Seite der Windroſe.

Ort	SW		NO		Unterschied
Cuxhaven	SW	0,200	O	0,130	0,070
Lüneburg [59])	W	0,270	. . . . .		. . . .
Copenhagen	W	0,186	O	0,118	0,068
Christiansöe	W	0,200	SO	0,120	0,080
Skagen	SW	0,220	N u. NO	0,120	0,100
Apenrade	W	0,180	O	0,170	0,010
Hofmannsgave [60])	SW	0,200	. . . . .		. . . .
Viborg	SW	0,300	SO	0,160	0,140
Stevn's Leuchtthurm	SW u. NW	0,180	SO	0,150	0,030
Söndmör	W	0,300	N	0,150	0,150
Stockholm [61])	W	0,190	. . . . .		. . . .
Upsala	SW	0,261	NO	0,113	0,148
Wexiö [62])	SW	0,217	. . . . .		. . . .
Abo	SW	0,187	NO	0,147	0,040
Lajhela	S	0,184	N	0,154	0,030
Uhleaborg	S	0,203	N	0,150	0,053
Petersburg	W	0,180	O	0,130	0,050
Moscau	NW	0,238	SO	0,165	0,073
Wilna	W	0,254	SO	0,186	0,068
Ofen [63])	NW	0,263	. . . . .		. . . .

Diese Punkte zeigen fast alle auf eine entschiedene Art, daß wir in Europa zwei Winde als vorherrschend annehmen müssen, nämlich SW und NO, und eben dieses gilt auch von dem nördlichen Theile der Vereinigten Staaten. Von diesen ist der SW weiter nichts als der herabsinkende Passat; der NO-Wind aber ist derselbe Wind, welchen Forster allgemein als in höheren Breiten

59) Minimum auf der Ostseite fehlt.

60) Maximum auf der Ostseite fehlt.

61) Maximum auf der Ostseite fehlt, vielleicht N mit 0,130.

62) Das zweite Maximum fehlt.

63) Das zweite Maximum fehlt, vielleicht ist es NO mit 0,098.

vorherrſchend anſieht [64]). Wenn nämlich dieſer SW Wind nicht vorhanden wäre, ſo würden ſich in höheren Breiten wegen der Temperaturunterſchiede eben ſo NO Winde vorzugsweiſe zeigen, als in der Nähe des Aequators. Nothwendig aber muß zwiſchen dieſen Winden ein beſtändiger Kampf ſeyn, bald wird der eine, bald der andere dieſer Winde das Uebergewicht haben, oder es werden Winde entſtehen, die durch Zuſammenſetzung beider Richtungen gebildet werden.

Nehmen wir an, daß in einer Gegend der SW Wind, in einer andern der NO Wind vorherrſche, ſo ergeben ſich daraus mehrere Zwiſchenrichtungen, wie Dove [65]) dieſes auf eine eben ſo einfache als ſinnreiche Art gezeigt hat. Stellen wir uns vor, daß zwei Ströme in entgegengeſetzter Richtung neben einander fortfließen (Fig. 11.), ſo werden ſie da, wo ſie ſich berühren, einander hemmen und nothwendig Wirbel erzeugen. Bezeichnen wir den ſüdweſtlichen Strom mit a, den nordöſtlichen mit b und berühren ſich beide in der Trennungslinie cd, ſo werden hier nothwendig Wirbel entſtehen, welche ſich faſt bis zur Mitte beider Ströme erſtrecken; die Windrichtungen, welche durch die Pfeile bezeichnet werden, ſind dann

von der Mitte des ſüdweſtlichen Stromes SW, W, NW
von der Mitte des nordöſtlichen Stromes NO, O, SO.

Gehen wir über die Mitte des nordöſtlichen Stromes nach Oſten, ſo würden, wenn ſich jenſeits des Stromes b ein neuer ſüdöſtlicher Strom e befände, die Wirbel von der Mitte des Stromes b bis zur Gränze von e geſchehen in dem Sinne NW, N, NO, von der Gränze beider Ströme bis zur Mitte von e in der Richtung SW, S, SO. Nun glaubt Dove, daß über die beiden Continente der alten und neuen Welt auf der nördlichen Halb-

64) S. oben S. 209. Die eben gegebene Tafel beweiſt die Exiſtenz dieſer beiden Ströme weit entſchiedener, als die mittlere Richtung der Luftſtrömung, wie dieſes Dove früher vermuthete, obgleich er in der Folge auch auf dieſen Umſtand aufmerkſam macht. Die von Lambert angeſtellte Vergleichung zwiſchen der Windrichtung zu Padua und Berlin, auf welche ſich Dove anfänglich ſtützte, beweiſt für Padua wegen der Nähe der Alpen gar nichts.

65) Poggendorff's Annalen XIII, 586.

kugel zwei nördliche Ströme gehen, über die zwischenliegenden Oceane zwei südliche; bezeichnen wir dann die beiden südwestlichen mit a und e, die beiden nordöstlichen mit b und f, dann ist die Drehung des Windes von der Mitte von a bis zu der von b und von e bis f in der Richtung

S, W, N, O, S

von der Mitte von b bis zu der von e und von f bis a in der Richtung

S, O, N, W, S.

Bis jetzt ist freilich die Existenz vorherrschender nördlicher Ströme im Innern der Continente noch durch keine Erfahrung erwiesen, jedoch verstattet das vorher Gesagte die Annahme, daß in der nördlichen Halbkugel in einer Gegend der SW, in einer andern östlich oder westlich liegenden der NO Wind herrsche; Temperaturdifferenzen, welche zum Theil durch Hydrometeore bedingt werden, sind Ursache, daß in einer Gegend der Halbkugel der SW, in einer andern der NO vorherrscht, und so kann ein mehrfacher Wechsel dieser Ströme in derselben Halbkugel angetroffen werden, ohne daß wir nöthig haben, zwei bestimmte Ströme jeder Art anzunehmen.

Wenn die Gränze, welche beide Ströme, den SW und NO trennt, allmählig weiter nach Osten oder Westen rückt, so wird sich die Windrichtung an demselben Orte allmählig ändern. In höheren Breiten, wo auf dem atlantischen Meere der herabsinkende SW-Passat weniger durch die Unebenheiten des Bodens aufgehalten wird, weht dieser westlich von dem Beobachter, während östlich von demselben der NO Wind weht. Rückt die Gränze dieser Winde allmählig nach Westen, und befand sich der Beobachter anfänglich in der Mitte des südwestlichen Stromes, so wird der Wind allmählig von SW nach W, NW und N gehen, bis der Beobachter sich in der Mitte des NO Stromes befindet. Aber allmählig tritt der SW Strom in den höheren Regionen der Atmosphäre ein, es entstehen Wirbel, Wolken kommen namentlich aus W und SW, während die Windfahne unten noch NO, häufiger O angiebt. Indem dieser SW Wind sich immer tiefer senkt und den NO Wind zurückdrängt, geht der Wind allmählig nach S, bis endlich der S Wind das Ueberge-

wicht erhält. Begreiflich aber iſt es, daß bei dieſen Uebergängen der Wind viele Sprünge machen und in kurzer Zeit aus verſchiedenen Richtungen wehen wird, zumal wenn beide Winde eine bedeutende Stärke haben. Es kann dann geſchehen, daß der Wind ſich nicht dem gewöhnlichen Geſetze zufolge allmählig durch W nach N bewegt, ſondern öfter zurückſpringt. Die an dem Uebergange der Ströme entſtehenden Wirbel müſſen nämlich nothwendig zugleich in der Richtung des Stromes fortrücken und können daher nur ſelten vollſtändig an einem Orte beobachtet werden. Das Fortfließen des Wirbels und die Aufeinanderfolge neuer wird ſich alſo darſtellen als ein Zurückſpringen des Windes, deſto häufiger, je größer die Geſchwindigkeit deſſelben iſt [66]).

Nach dem Geſagten wird alſo der Wind in Europa ſich vorzugsweiſe in der gedachten Richtung von S durch W nach N drehen; da nun der vom Meere kommende SW Wind feucht, der NO aber trocken iſt, ſo folgt hieraus, daß nach dem Vorherrſchen des einen oder des andern dieſer Ströme der Charakter der Witterung verſchieden ſeyn wird. Sobald die Drehung regelmäßig erfolgt, ſo darf man nach naſſen Weſtwinden in der Regel auf trockenes Wetter rechnen. Es iſt namentlich bei Schiffern ein ziemlich verbreiteter Glaube, daß nach Stürmen ruhiges Wetter folge, ſobald die Drehung in der gedachten Richtung erfolgt. Auch auf dem Feſtlande zeigt ſich dieſelbe Bewegung, wie dieſes Dove [67]) beobachtete, und daſſelbe Phänomen bemerkte Poitevin in Montpellier [68]); eben ſo hält Forſter eine entgegengeſetzte Aenderung für ungewöhnlich [69]) und le Gentil erwähnt, daß in der nördlichen Halbkugel die oben gegebene Bewegung die gewöhnliche ſey [70]). Im Innern der Vereinigten Staaten ſcheint ſich ein ähnliches Verhalten zu zeigen. Im Staate Miſſouri durchläuft der Wind in ſteten Wiederholungen innerhalb zehn bis zwanzig Tagen alle Striche des Horizontes, und

66) Dove in Poggendorff's Annalen XIII, 593

67) Poggendorff's Annalen XV, 53.

68) Poitevin climat de Montpellier p. 58 bei Dove l. l. p. 55.

69) Forſter Bemerkungen S. 111.

70) le Gentil Voyage II, 701.

und zwar immer in der Folge, daß er von O durch S nach W und durch N nach O geht. Duden [71]), welcher diese Bemerkung mittheilt, fügt hinzu, er habe nie einen durchgehenden entgegengesetzten Lauf bemerkt. Wenn der Wind sich auch zuweilen von Süden nach Osten oder von Osten nach Norden zurückwendete, so war es doch nur für eine kurze Zeit, von etwa 12 bis 24 Stunden, und, ohne durch alle Striche hindurch gewesen zu seyn, kehrte er zu der bezeichneten Ordnung zurück. Die Abweichungen bestanden nur darin, daß der Wind in den einzelnen Strichen länger verweilte als gewöhnlich und dadurch den Kreislauf verzögerte. Indeß geschah dieses selten und meist nur zur Sommerszeit in den westlichen Staaten.

Um aber zu bestimmen, wie oft sich der Wind mit oder gegen die Regel drehe, wird erfordert, daß die Windrichtungen häufiger und sorgfältiger aufgezeichnet werden, als dieses bisher geschehen ist. Schouw hat zur Prüfung dieser Regel einjährige zehn Mal während des Tages angestellte Beobachtungen von Neuber zu Apenrade benutzt; von 1100 Veränderungen des Windes erfolgten 559 nach dieser Regel, 457 in der entgegengesetzten Drehung, und 84 Mal schien der Wind die entgegengesetzte Richtung plötzlich angenommen zu haben [72]). Hier ist freilich der Unterschied beider Bewegungen nicht sehr bedeutend; wir müssen jedoch dabei erwägen, daß die allgemeinen Windverhältnisse in Apenrade nach dem Obigen etwas von denen im übrigen Europa abweichen.

Da aber diese ganze Ansicht voraussetzt, daß mehrere solcher entgegengesetzten Ströme vorhanden seyen, so werden gleichzeitige Beobachtungen der Winde nicht bloß im westlichen Europa, sondern auch in America und im nördlichen Asien wünschenswerth. Schouw, welcher der Dove'schen Hypothese nicht beitritt, glaubt diese Drehung auf eine andere Art erklären zu können, indem er nämlich die Beobachtungen Neuber's zum Grunde legt, so findet er ausgehend

von O, der Wind drehe sich	97 Mal nach und	77 Mal gegen die Regel
... S	111	70 . . . . .
... W	152	133 . . . . .
... N	56	59 . . . . .

71) Duden Reise nach den westlichen Staaten Nordamericas S. 200.

72) Poggendorff's Annalen XIV, 546.

In dieser Zeit wehte

N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
0,06	0,06	0,12	0,12	0,12	0,13	0,21	0,17

Betrachten wir nun[73]) die Windverhältnisse des ganzen Jahres in dieser Tafel genauer, so ist klar, daß die Drehung des Windes häufiger nach der Seite erfolgte, von welcher der Wind am häufigsten wehte. War also der Wind in O, so mußte die Drehung nach Süden häufiger erfolgen, als die nach Norden, weil die südlichen Winde häufiger eintraten, als die nördlichen (SO+S=0,24, NO+N=0,12); war der Wind in S, so war die westliche Drehung häufiger, als die östliche, weil die westlichen Winde häufiger wehten, als die östlichen (SW+W=0,34, SO+O=0,24), und etwas Aehnliches gilt von den übrigen Punkten, weshalb der Nordwind häufiger nach W, als in entgegengesetzter Richtung geht.

Es würde mich hier zu weit führen, sollte ich noch mehrere Folgerungen aus dem Gesagten mittheilen, ich verweise daher auf die genannten Abhandlungen von Dove und von Schouw. Wenn auch das Princip des Ersteren, daß nämlich zugleich vier Ströme neben einander existiren, bisher noch nicht durch directe Beobachtungen erwiesen ist, so wird es wenigstens dadurch wahrscheinlich, daß die beiden Winde NO und SW die häufigsten in Europa sind. Auf manche Folgerungen aus dieser Hypothese werden wir in der Folge zurückkommen; wir wollen gegenwärtig noch einige der Eigenschaften der Winde näher betrachten.

Es ist begreiflich, daß die Luft aus verschiedenen Gegenden nicht dieselben Eigenschaften hat. Winde, welche bei uns aus Westen, also vom atlantischen Meere kommen, sind weit feuchter, als die vom trockenen Continente kommenden östlichen Winde. Luftmassen, welche von beschneieten Gebirgen herabkommen, werden nothwendig die Temperatur deprimiren, während das Thermometer bei den von stark erhitzten Flächen kommenden Winden steigt. Wenn daher auf sandigen, vegetationsleeren Ebenen Winde wehen, so werden diese einen bedeutenden Wärmegrad haben. Das Gefühl, welches diese Winde erzeugen, ist nach

73) Schouw l. l. S. 549.

en Bemerkungen des Dr. Oudney ſehr ungleich, je nachdem an ſchwitzt oder trocken iſt; im erſteren Falle erzeugen ſie eine ngenehme Kühlung, im zweiten eine große Hitze [74]). Da jedoch auf den trockenen Wüſten das aus dem Körper als Schweiß bgeſonderte Waſſer ſogleich verſchwindet, nachdem es ausgeſchieden wurde, ſo wird der Körper faſt ſtets trocken ſeyn, der Menſch alſo eine größere oder geringere Hitze empfinden. Die Wüſten von Aſien und Africa ſind durch ſolche Winde berüchtigt; s würde die bloße Erwähnung derſelben genügen, wofern von hnen nicht mancherlei unrichtige Thatſachen erzählt würden, weshalb ich dieſelben etwas ausführlicher betrachten will.

In Arabien, Perſien und den meiſten Gegenden des Orientes heißt dieſer heiße Wind *Samum*, *Simum*, *Semum*, genauer *ahd-Samum*, giftiger Wind, von dem arabiſchen Samma, emanden vergiften [75]), doch bedeutet dieſes Zeitwort, nach einer Mittheilung des Herrn Dr. Schott hieſelbſt, auch heiß ſeyn. Zuweilen führt dieſer Wind den Namen *Samiel*, welchen Volney von Chamyelé (franzöſ. Ausſprache) ableitet, weil dieſer Wind den Türken aus dem Lande Cham (Syrien) zukommt [76]), während Chardin dieſen Namen wohl richtiger von dem türkiſchen Yel (Wind) und dem arabiſchen auch von den Türken recipirten Worte Sam, Gift, ableitet, worin ihm auch Langlès l. l.) beiſtimmt. In Aegypten führt dieſer Wind den Namen *Chamsin* [77]), funfzig, weil er ſich vorzugsweiſe während einer Zeit von 50 Tagen, beſonders vom 29ſten April bis zum 18ten Junius, zu zeigen pflegt [78]). Die funfzig Tage, in welchen dieſer Wind wehen ſoll, werden nicht bei allen Reiſenden genau gleich ngegeben; man findet öfter erwähnt, daß er 25 Tage vor dem Frühlingsäquinoctium anfangen, 25 Tage nach dieſem aufhören oll. Wahrſcheinlich aber bezeichnet dieſer Ausdruck zugleich die Jahreszeit, in welcher dieſer Wind weht, und dieſe möchte wohl

74) Oudney in Denham Narrative p. LXI.

75) Langlès zu Chardin Voyages III, 286.

76) Volney Voyage I, 55.

77) Engländer und Franzoſen, welche ch wie sch ausſprechen, ſchreiben Khamseen und Khamsin.

78) Burckhardt Nubia p. 362. Belzoni Narrative p. 195.

mit der eben gegebenen Zeit zuſammenfallen, indem alsdann die Wärme ſchnell zunimmt, der Nil noch fortſinkt, bis er endlich nach der Mitte des Junius zu ſteigen beginnt [79]), worauf neues Leben erwacht. Offenbar muß in dieſer Zeit die Hitze der Vegetation am ſchädlichſten ſeyn, der Typhon der weſtlichen Wüſte nach der altägyptiſchen Mythologie (denn Chamſin und Typhon möchten wohl identiſch ſeyn [80]), auch waren weſtlich von den Haupttempeln die kleineren Typhonien [81])) erhält dann das Uebergewicht über die fruchtbringende Iſis; voll geſättigt und mit dickem Bauche kämpft er gegen die auf der Lotusblume ſitzende Iſis, oder zerſchneidet mit der Scheere die Aehren [82]). Da wir bei den jetzigen Copten noch viele Gebräuche der alten Aegypter finden, ſo iſt es möglich, daß ſich eine dunkle Vorſtellung des alten Typhondienſtes erhalten habe, und daß man auch jetzt die Jahreszeit, in welcher Typhon am mächtigſten war, durch die Zeit ihrer Dauer bezeichnet.

Da ſich dieſer Wind auch im weſtlichen Theile der Sahara wegen gleicher Beſchaffenheit des Bodens zeigt, ſo iſt es natürlich, daß ihm auch die Neger einen Namen in ihrer Sprache geben werden. Sie nennen ihn *Harmattan*, was nach Dobſon [83]) eine Corruption aus Aherrahmantah iſt. Dieſer Ausdruck iſt zuſammengeſetzt aus Aherraman, wehen, und tah, Talg, weil ſich die Neger um die Zeit wo dieſer Wind weht, die Körper mit Fett einreiben, damit ihre Haut nicht ſpringe [83a]). Gewöhnlich werden Samum und Harmattan in den Lehrbüchern als verſchiedene Phänomene angeführt, aber ſchon Golberry bemerkt mit Recht, daß beide völlig identiſch ſeyen [84]),

79) Descr. de l'Egypte XX, 51.

80) Dénon Voyage 291.

81) Descr. de l'Egypte III, 298 und an andern Stellen.

82) Relief in Tentyra und Apollinopelis magna in Dénon's Atlas pl. 116. No. 3 und 6 in Hermonthis ib. pl. 120. No. 4 und an andern Orten.

83) Philos. Trans. 1781. p. 52.

83a) Dobson l. l. und Greenhill bei Dampier Traité des Vents p. 50.

84) Golberry Fragmens I, 228.

ıd Mungo Park, welcher mehrere Monate zu Sibidulu auf r Mandingo-Terraſſe, alſo bei Negern, verweilte, nennt dieſe Winde in der Negerſprache geradezu Harmattan [85]).

Von den verſchiedenen Benennungen dieſes Windes iſt Samum die gewöhnlichſte; dieſer Ausdruck kann ſowohl heißen s giftigen Wind bedeuten, und dieſe Zweideutigkeit ſcheint ıropäiſche Reiſende ſowohl als Naturforſcher zu manchen Irrıümern geführt zu haben [86]). Sie hielten ſich dabei zu ſtrenge ı die Bedeutung Gift und ſuchten daher ein Phänomen zu erären, welches entweder gar nicht, oder doch nicht in der Art iſtirt, wie die meiſten Reiſenden berichten. Es ſcheint mir daer zweckmäßig, bei dieſem Phänomen einiges über das Local rauszuſchicken, in welchem es ſich zeigt, und über die Quellen, s denen unſere Nachrichten entnommen ſind.

Dieſe Winde zeigen ſich in den Wüſten in ihrer größten ıtärke. Wenn ſie auch in Ober-Aegypten öfter bemerkt werın, ſo iſt das Nilthal ſo ſchmal, daß es auf die Erſcheinungen r Atmoſphäre nur einen geringen Einfluß hat, ſo daß der Wü-

85) Mungo Park travels p. 258.

86) Nach einer Mittheilung des Dr. Schott treffen wir in den meiſten Dialecten des ſemitiſchen Sprachſtammes eine Menge von Ausdrücken, welche zugleich giftig und heiß bedeuten. Ueberhaupt aber ſind die Orientalen ſehr freigebig mit dem Ausdrucke Gift, indem ſie damit Alles bezeichnen, was ihnen auf irgend eine Art unangenehm iſt. Unter vielen Beiſpielen, welche mir bekannt ſind, will ich eins anführen, welches Malcolm (history of Persia I, 16 Anm.) erzählt, und welches das Geſagte ganz beſtätigt. Der König Jemſhed von Perſien war ein großer Freund von Weintrauben; um ſie länger zu erhalten, that er mehrere in ein Gefäß. Nach einiger Zeit wurde dieſes geöffnet, die Trauben waren in Gährung übergegangen, der Saft ſchmeckte ſo ſauer, daß der König ihn für Gift hielt. Er füllte damit mehrere Gefäße, ſchrieb auf jedes „Gift" und ſtellte ſie in ſein Zimmer. Eine ſeiner Frauen litt um dieſe Zeit ſehr an Kopfſchmerzen; aus Lebensüberdruß leerte ſie den Inhalt eines dieſer Gefäße aus. Inzwiſchen war der Saft in Wein übergegangen; ſie ſchlief darnach ein und wachte ſehr geſtärkt auf. Sie wiederholte den Verſuch ſo oft, bis alles Gift ausgetrunken war; der König, davon benachrichtigt, ließ nun eine große Menge Wein verfertigen, welchen er mit ſeinem Hofe trank, und noch jetzt heißt der Wein bei den Perſern Zeher-e-khoosh (engliſche Ausſprache) „das angenehme Gift."

sten-Charakter stets vorherrschend bleibt. In den Wüsten weiden an isolirten Brunnen einzelne Beduinenstämme, welche entweder sichere Führer der Caravanen sind, oder diese im Falle der Uebermacht berauben. Diese Beduinen, welche meistens nur eine kärgliche Existenz führen, suchen einen jeden ansässigen Bewohner der Nachbarschaft von einer Reise zu ihren Wohnplätzen abzuhalten, fürchtend, der Mangel an Lebensmitteln möchte dann größer werden, oder es möchte als Lüge erscheinen, daß die Zahl streitbarer Männer, aus denen ihr Stamm bestehen soll, so groß sey, als sie angeben [87]). Daher erzählen sie den Bewohnern des Landes so viel von den Gefahren der Wüste. Auf der andern Seite ist der Caravanenhandel in vielen Gegenden fast ausschließlich in den Händen gewisser Familien; diese wollen nur sich bereichern, suchen einen jeden von der Reise durch die Wüste abzuhalten, und mahlen daher die Bilder der Beduinen noch greller aus. Daß nicht blos Unterschied der Religion eine Ursache der Schwierigkeiten war, welche Hornemann, Denham und andere bei ihrer Reise durch die Wüste fanden, geht aus den Erzählungen von Burkhardt hervor. Obgleich er allgemein für einen Araber gehalten wurde, hatte er mit den größten Hindernissen zu kämpfen, als er von Assuan nach Schendy durch die nubische Wüste reiste; die Kaufleute wollten ihn zurücklassen, und nur dadurch rettete er sich vor dem Untergange, daß er das Zutrauen von den die Caravane führenden Beduinen gewann, welche sich seiner in der Folge bei jeder Gelegenheit annahmen. Daher dürfen wir uns nicht wundern, daß europäische Reisende, welche von fern nur den Horizont der Wüste sahen, uns nach den Berichten der Beduinen so vieles von den Gefahren dieser Reise und namentlich von den heißen Winden erzählen; sie berichteten nur getreu, was ihnen mitgetheilt war; aber so wie der knickernde Kaufmann, welcher jede Waare mit Schaden verkauft, nur dem Kenner die Größe seines Gewinnes mittheilt, so gestehen auch die Beduinen nur demjenigen, welcher die Wüste durch eigene Anschauung kennt, die Unwahrheit ihrer Erzählungen [88]). Und überhaupt scheint es eine allgemeine Sitte zu seyn, Reisende durch

87) E. Rüppell Reisen S. 201.

88) Burkhardt Nubia p. 204.

die Gefahren des Samums von der Fortsetzung ihres Weges abzuschrecken. Als Salt nach Habesch wollte, suchte ihn der Nayib von Arkeko auf jede Weise von der Reise abzuhalten; als aber alle Bemühungen vergeblich waren, sagte er endlich, der Weg sey außerordentlich schlecht, es wütheten die Samums und täglich stürzten viele Menschen [89]). Erzählen aber schon die Beduinen und Kaufleute ihren eigenen Stamm- und Glaubensgenossen viele Unwahrheiten, so machen sie sich noch weniger ein Gewissen daraus, dasselbe bei Europäern zu thun. Gewöhnlich führen diese ein Tagebuch, aber stets ist dieses den Beduinen unangenehm. Burckhardt, welcher seine Bemerkungen heimlich aufschrieb, entging nur dadurch Beleidungen, daß er den Beduinen, welche ihn bei dieser Arbeit überraschten, erzählte, er schreibe Gebete für den glücklichen Fortgang der Reise auf. Fragen also Europäer nach den Eigenthümlichkeiten des Landes, so antworten die Araber entweder nur ungern, oder sie sagen Unwahrheiten.

Fast alle Nachrichten von Augenzeugen stimmen darin überein, daß zur Zeit des Samums sehr viel Sand und Staub in der Atmosphäre schwebe und diese dadurch verdunkelt werde. Dieses ist eben so der Fall in der nubischen Wüste [90]), als in Aegypten [91]) und bei Tor am rothen Meere [92]), an der Küste von Guinea [93]) und am Senegal [94]). Daß in einer Sandwüste bei jedem Winde sehr viel Sand und Staub in die Höhe gehoben wird, bedarf wohl kaum eines Beweises. Das Vorrücken der Sahara gegen das Nilthal, die Verkleinerung der Oasen, das seit 2000 Jahren erfolgte Verschwinden mehrerer Flüsse am Südabhange des Atlas, das Zurückdrängen des Senegal nach

89) Valentia Reise II, 362.

90) Bruce Reisen IV, 558.

91) Dénon Voyage p. 179. Belzoni Narrative p. 195.

92) Rüppell Reisen S. 185.

93) Dobson in Philos. Trans. 1781. p. 48. Dobson untersuchte den auf den Blättern bei diesem nebeligen Ansehen der Luft gebildeten Niederschlag; weder Säuren noch Alkalien wirkten darauf; er schloß daraus, daß es keine Insecten seyen. Jedenfalls ist es feiner Quarzsand gewesen.

94) Schotte bei Winterbottom Nachrichten S. 58.

Süden, die jährlich etwa 15 Fuß betragende Ausbreitung der Sahara ins atlantiſche Meer und die gewaltige Untiefe in dieſer Gegend, die Verſchüttung von Palmyra, ſind eben ſo bekannte Thatſachen, als das Niederſinken von Sand auf Schiffen, welche in bedeutender Entfernung von Africa über das atlantiſche Meer fuhren [95]). Wenn aber bei windſtillem Wetter und dem ſtets heitern Himmel der Boden von der faſt vertical ſtehenden Sonne ſtark erhitzt wird, ſo reißen die aufſteigenden Luftſtröme feine Sand- und Staubtheile mechaniſch mit ſich in die Höhe, welche durch ihr ſtarkes Wärmeſtrahlungsvermögen den umgebenden Luftſchichten eine hohe Temperatur mittheilen. Ein intereſſantes Phänomen dieſer Art bemerkte Pottinger in der Wüſte Beludſchiſtan. Die Oberfläche derſelben beſteht aus einem feinen, von Eiſentheilen rothgefärbten Sande, welcher ein Spiel der Winde, wellenförmig zu Hügeln von 10 bis 20 Fuß Höhe angehäuft iſt. Um Mittag ſchienen alle dieſe Wellen verſchwunden, der Sand war etwa einen Fuß hoch über das allgemeine Niveau gehoben, und man ſchien bei jedem Schritte auf eine Ebene zu ſteigen, die etwa einen Fuß über der Spitze dieſer Sandhügel lag. Das unangenehme Gefühl, welches durch dieſen brennenden Sand in Naſe und Augen erzeugt wurde, beweiſt, daß ſehr viele Sandtheile noch höher ſtiegen. Bei vollkommener Windſtille war dieſes Phänomen am Morgen und Abend ſelten [96]).

Wenn ſchon bei windſtillem Wetter ſehr viel Staub in die Höhe gehoben wird, ſo muß dieſes noch mehr der Fall ſeyn, ſobald die Atmoſphäre bewegt wird. Naht ſich daher ein ſolcher Windſtoß, ſo erſcheint der Horizont ſchon vor ſeiner Ankunft dunkel, und dieſes iſt der ſicherſte Vorbote des Samums. Iſt er endlich angekommen, ſo iſt der heitere Himmel verſchwunden, die Sonne hat ihren Glanz verloren, blaſſer als der Mond wirft ſie keinen Schatten mehr, das Grün der Bäume erſcheint als ſchmutziges Blau, die Vögel werden unruhig, die Thiere auf dem Felde irren raſtlos umher [97]). Wenn man durch ein Glas von hellgelber Farbe ſieht, ſo kann man ſich einen ungefähren Begriff

95) Ann. de Chimie XXX, 430.

96) Pottinger bei Malcolm history of Persia II, 512 Anm.

97) Dénon Voyage p. 179.

von dem Anſehen der Landſchaft zu dieſer Zeit machen [98]). Dieſe Phänomene, welche zum Theil mit denjenigen übereinſtimmen, die ſich in unſeren Gegenden bei Gewitterſtürmen zeigen, mögen nicht immer ſo auffallend hervortreten, als bei dem Chamſin, welchen Dénon in Aegypten erlebte, aber es hat eben dieſer das Eigenthümliche, daß es ein eigentlicher Gewitterſturm war; denn während der Samum am Ufer des Nils wüthete, hatte es im Mokattam ſo ſtark geregnet, daß das Waſſer in den Thälern eine bedeutende Höhe erreichte. Und eben ſo ſcheinen die heißen Winde bei Tor ihren Grund in heftigen Gewittern zu haben, die ſich am Sinai entladen [99]).

Bei dem erwähnten Chamſin gedenkt Dénon eines Umſtandes, welcher auf den erſten Anblick überraſchend iſt und wohl öfter als Merkwürdigkeit angeführt iſt. Um ſich vor der Hitze zu retten, hielt er es mit ſeinem Begleiter für das Zweckmäßigſte ſich im Nile zu baden; kaum waren ſie aber ins Waſſer getreten, ſo wurde dieſes unruhig, es ſchien aus ſeinen Ufern treten zu wollen, der Boden ſchwankte unter ihren Füßen, ſie eilten zurück ans Land, wurden in kurzer Zeit mit einer ſchwarzen Rinde bedeckt, welche ihnen nicht geſtattete ihre Kleider anzuziehen; herumtappend eilten ſie in ihre Wohnung zurück, indem ſie ſich an die Mauern hielten, um ihren Weg zu finden. Einfach laſſen ſich dieſe Erſcheinungen erklären. Bei lebhaftem Winde wird jedes Waſſer bewegt, und wer ſich je bei hohem Wellenſchlage gebadet hat, wird wiſſen, daß der Boden zu ſchwanken ſcheint; der ſchwarze Ueberzug beſtand aus Staubtheilchen, welche auf der feuchten Haut feſtklebten, und der unangenehme Reiz der Sandtheilchen in den Augen ſchreckt wohl jeden ab, dieſe zu öffnen [100]).

---

98) Burckhardt Nubia p. 205.

99) Rüppell Reisen S. 185.

100) Vgl. Belzoni Narrative p. 195. Schon le Gentil, welcher die große Hitze der Landwinde in Pondichery erwähnt, macht dieſelbe Bemerkung: joignez à cela, que le sable, que le vent chasse contre le visage, aveugle et brûle en même temps. Voyage I, 478. Vgl. Dampier Traité des Vents p. 48.

Daß der Horizont bei dieſem Winde ſein heiteres Anſehen verliere, darin ſtimmen alle Augenzeugen überein; jedoch bemerken einige, es erſcheine derſelbe blau oder violett [1]), während andere denſelben gelb nennen [2]). Der Stand der Sonne und noch mehr die Beſchaffenheit des Bodens haben hierauf den größten Einfluß [3]). Bei dem von Dénon beobachteten Phänomene kam der Sand aus der libyſchen Wüſte, beſtand alſo wahrſcheinlich aus einer gelblichen Quarzmaſſe [4]), während der Boden in der Gegend, wo Bruce vom Samum getroffen wurde, aus blauen Steinen von feinem Korne, iſabellfarbenem Marmor und grauem Granit beſtand [5]).

Bei dem heitern Himmel und dem hohen Stande der Sonne muß die Luft über dieſen Wüſten ſehr ſtark erhitzt werden; dieſe Hitze wird noch empfindlicher und unangenehmer, wenn die Luft in Bewegung iſt. Als Mungo Park während ſeiner Gefangenſchaft im Lager der Mauren zu Benown am Südrande der Sahara lag, war die Hitze bei den aus der Wüſte kommenden Winden oft ſo groß, daß es ihm unmöglich war, ſeine Hand an die Spalten der Hütte, durch welche der Wind wehte, zu halten [6]). Dieſe Hitze iſt beſonders dann drückend, wenn der Sand ſäulenförmig in die Höhe ſteigt, theils weil dieſe Bewegung eine größere Erwärmung des Bodens vorausſetzt, theils weil die heißen Luftſchichten mehr in die Höhe geführt werden. So ſtand bei einem heftigen Chamſin, welchen Burckhardt zu Esne in Ober-Aegypten beobachtete, das Thermometer auf 47°, 4 [7]) (121° F.) und eben dieſes beſtätigen auch andere Reiſende.

Offenbar muß die Sandwüſte im hohen Grade trocken ſeyn; wäre dieſes nicht der Fall, ſo würde es häufiger regnen und die Ebene ſich in eine weit ausgedehnte Steppe, wie am Miſſiſſippi,

---

1) Bruce Reiſe IV, 562 u. 584.
2) Dénon l. l.
3) Burckhardt Nubia p. 205.
4) Vgl. die ſchöne Abbildung bei Denham Narrative.
5) Bruce Reiſen IV, 566. 590.
6) Mungo Park Travels p. 135.
7) Burkhardt Nubia p. 205.

verwandeln [8]). Als Burckhardt die nubische Wüste Berber erreichte, so gab sich in einer Entfernung von zwei Stunden die Annäherung an den Nil schon durch die größere Feuchtigkeit der Luft zu erkennen; die Araber riefen: „Gott sey gelobet, wir schmecken schon wider den Nil" (we smell again the Nile) [9]). Befindet sich die Atmosphäre im Zustande der Ruhe, so wird diese große Trockenheit weniger auffallen, jeder feuchte Körper ist von einer Dampfatmosphäre umgeben, welche sich nur langsam verbreitet, so daß eine dünne Luftschicht um denselben fast gesättigt ist, die Verdunstung des Wassers nur langsam erfolgt; wenn dagegen die Atmosphäre bewegt wird, so zeigt sich der Einfluß dieser feuchten Luft auf trockene Körper weit auffallender. Schon Dampier und später Dobson machten hierauf aufmerksam [10]). Während des Harmattans sprang das Holz der Schiffe an der Guineaküste häufig, zerfließende Salze trockneten selbst in der Nacht, und unter übrigens gleichen Umständen verdunstete während dieses Windes noch einmal so viel Wasser, als vor und nach demselben. Eben diese Trockenheit des Windes ist nach den Hygrometerbeobachtungen von Sabine auf dem Meere und in bedeutender Entfernung von der Küste wahrzunehmen [11]). Und in der schnellen, durch diese Trockenheit bedingten, Verdunstung des Wassers liegt auch wohl die schädlichste Wirkung dieses Windes. Der Schweiß verschwindet schnell von der Oberfläche

8) Coutelle hat in Cairo neben dem Barometer und Thermometer auch ein Hygrometer beobachtet (Descr. de l'Egypte XIX, 451). Diese Beobachtungen könnten uns in den Stand setzen, den hygrometrischen Zustand der Atmosphäre in jenen Gegenden beiläufig zu bestimmen; leider aber sind diese Aufzeichnungen unbrauchbar, da nicht einmal angegeben ist, welches Hygrometer der Verfasser beobachtete.

9) Burckhardt Nubia p. 207.

10) Dampier Traité des Vents p. 49. Philosoph. Trans. for 1781. p. 48. Vgl. Winterbottom Nachrichten S. 58.

11) Daniell Essays p. 122 u. 317. Schweigger Jahrbuch N. R. XXI, 386.

12) le Gentil bemerkt dasselbe von dem heißen Landwinde in Pondichery; so wie sich aber der Seewind erhebt und das Thermometer sinkt, beginnt die Transpiration aufs Neue. le Gentil Voyage I, 479. Vgl. Dampier Traité des Vents p. 48.

des Körpers [12]), der Gaumen wird trocken, die Respiration schwierig, man sieht sich genöthigt öfter zu trinken. Aber auch das in den poröſen ledernen Schläuchen enthaltene Waſſer theilt daſſelbe Schickſal, in kurzer Zeit wird ſein Volumen bedeutend vermindert. Als Burckhardt im Junius 1815 von Tor nach Suez ritt, ſo war an einem Vormittage, während deſſen der Chamſin wehte, ⅓ von dem Inhalte ſeines Schlauches verdunſtet; eben derſelbe erlebte im Mai auf dem Wege von Schendy nach Suakim einen ſehr heftigen Samum, und am Mittage war das Waſſer aus den meiſten Schläuchen verſchwunden [13]).

Wenn daher je Reiſende durch den Samum umgekommen ſind, ſo waren nicht ſchädliche Beimiſchungen dieſes Windes, ſondern Waſſermangel die Urſache ihres Todes [14]). Es wird zwar häufig erzählt, das Menſchen unmittelbar durch den Samum getödtet ſeyen, aber dieſe Nachrichten haben wir von Europäern erhalten, welche es ſelbſt nur gehört hatten. Burckhardt leugnet dieſe Thatſache geradezu. Als er durch die nubiſche Wüſte reiſte, fragte er ſeine Begleiter, ob ſie je den Samum erlebt hätten; alle bejahten es, keiner aber kannte ein Beiſpiel, wo er tödtlich geweſen wäre. „Ich bin, fährt B. fort, in den ſyriſchen und arabiſchen Wüſten, in Ober-Aegypten und Nubien zu verſchiedenen Zeiten von heißen Winden getroffen; der heißeſte und heftigſte, welchen ich kennen lernte, war in Suakim, aber auch hier fühlte ich keine beſondere Beſchwerde von demſelben, obgleich

---

13) Burckhardt Nubia p. 366, Volney Voyage I, 57.

14) Dieſer Waſſermangel iſt auch wohl Urſache, daß ſo häufig Caravanen in der Wüſte umkommen. Seit dem Zuge, welchen Cambyſes zu den Ammoniern machte, iſt die Zahl ſolcher Fälle häufig, und man nimmt gewöhnlich an, daß die Reiſenden durch Sand verſchüttet ſeyen, aber Rüppell (Reiſen S. 271) und andere Reiſende bezweifeln die Möglichkeit einer ſolchen eigentlichen Verſchüttung. Cambyſes, welcher die Heiligthümer verwüſtete, war den Aegyptern und wahrſcheinlich den Beduinen umher verhaßt; zog ſein Heer aus der Thebaide über die vielleicht damals noch zuſammenhängende große und kleine Oaſe (in deren Nähe Belzoni große Haufen Menſchenknochen fand) nach dem Ammonium, ſo mochten die Führer vielleicht den Zug ſtets von den Quellen abwärts leiten, wodurch dieſer offenbar vor Durſt umkommen mußte. Burckhardt Nubia p. 200.

ch auf der offenen Ebene ſeiner ganzen Wuth ausgeſetzt war" [15]). Auch Ker Porter hörte von einem Araber (weſtlich vom Euphrat), daß der Wind nicht ſchädlich ſey; ſelbſt während er am heftigſten weht, werden die Heerden wie gewöhnlich zum Tränken geführt. Die Hirten beſchmieren dann ihre Körper dick mit Schlamm, wodurch die ſchädlichen Wirkungen des Windes (offenbar wegen verminderter Ausdünſtung) vermindert werden [16]). Eben dieſe Sitte, welche ſchon ältere arabiſche Geographen erwähnen, wird auch in Perſien häufig angetroffen [17]). Desgleichen bemerkt Malcolm, daß dieſe Winde in Perſien nicht gefährlich ſeyen [18]), und nach Morier's Erfahrungen ſind die Folgen dieſes Windes am perſiſchen Meerbuſen nicht ſo gefährlich, als Chardin glaubt [19]).

Die Bemerkungen Burckhardt's über die geringe Schädlichkeit dieſes Windes ſcheinen allerdings durch die bekannte Erzählung, daß ſich Kameele und Menſchen bei ſeiner Annäherung an die Erde werfen, das Geſicht gegen den Boden wenden und ſeinen Vorübergang abwarten, widerlegt zu werden. Aber auch dieſe Nachricht ſcheint in die Klaſſe der Mährchen zu gehören. Der einzige Reiſende, welcher dieſes Umſtandes nach eigener Erfahrung gedenkt, iſt Bruce [20]); es iſt aber die Frage, ob wir den Nachrichten von dieſem trauen müſſen, um ſo mehr, da der genaueſte Kenner der Wüſte (Burckhardt) dieſe Thatſache gänzlich leugnet. Wenn auch das Urtheil des Lord Valentia, daß man Bruce's Bemerkungen nicht das geringſte Zutrauen ſchenken dürfe (on Mr. Bruce's veracity I have lost all depen-

15) Burckhardt Nubia p. 204.

16) Ker Porter Travels II, 229.

17) W. Ouseley Travels I, 203. Zu Dampier's Zeit krochen die europäiſchen Offiziere am perſiſchen Meerbuſen während dieſes Windes in Waſſerfäſſer. Dampier Traité des Vents p. 48.

18) Malcolm history of Persia II, 506.

19) Morier second Journey p. 43. Das, was Morier ſogleich nachher über die Schädlichkeit dieſes Windes mittheilt, wurde ihm nur erzählt.

20) Bruce Reiſen IV, 562 und an andern Stellen.

dance) nach Ritter viel zu hart iſt [21]), ſo dürfen wir doch den Erzählungen ſeiner perſönlichen Abenteuer nicht trauen, da die Unwahrheit mehrerer Vorfälle durch ſpätere Reiſende erwieſen iſt, andere auch eine ſehr geringe innere Wahrſcheinlichkeit haben. Bruce fügt ſeiner Erzählung freilich hinzu, er habe es nicht unterlaſſen können, während eines heißen Samums rückwärts zu ſchauen, dieſes habe ihm ſo geſchadet, daß er lange Zeit Bruſtſchmerzen hatte, welche erſt nach zwei Jahren dem Gebrauche warmer Bäder wichen. Ob dieſe Kränklichkeit aber ihren Grund in den Strapazen der ganzen Reiſe oder der Einwirkung dieſes Windes gehabt habe, muß hier unentſchieden bleiben.

Zu leugnen iſt indeſſen nicht, daß die Araber während dieſer Winde ihr Geſicht öfter mit Tüchern bedecken; dieſes geſchieht aber aus demſelben Grunde, als in Bornu, wo die Bewohner gewöhnlich ein Tuch über den Mund binden, damit ihnen der Sand nicht ins Geſicht getrieben werde [22]); deshalb knien die Araber auch öfters neben ihren Kameelen nieder. Selbſt dieſe Thiere wenden ihren Kopf abwärts, nicht weil ihnen die Hitze etwa übermäßig läſtig wäre, ſondern um ihre großen, hervorſtehenden Augen vor dem Sande zu ſchützen; doch thaten ſie dieſes nach den vielfältigen Erfahrungen von Burckhardt ſtets nur dann, wenn ein Wirbelwind etwa Sand in die Höhe hob, nie aber, wenn bei ſehr heißer Luft kein Staub in der Atmoſphäre vorhanden war. „Als ich, fährt Burckhardt fort, im Junius 1813 von Esne nach Siout reiſte, ſo überfiel mich auf der Ebene zwiſchen Farſchiout und Berdys ein heftiger Samum; ich war ganz allein, und ritt auf einem leichtfüßigen Dromedar. Als der Wind ſich erhob, war weder Baum noch Haus zu ſehen; während ich mich bemühte mein Geſicht mit einem Tuche zu bedecken, wurde mein Thier unruhig, als ihm ſo viel Sand in die Augen getrieben wurde; bei dem Sauſen des Windes fing es an zu gallopiren, ich verlor die Zügel, fiel auf die Erde, und da ich nicht im Stande war, 10 Ellen weit zu ſehen, blieb ich liegen und wickelte mich in meine Kleider, bis der Wind vorbei war. Ich verfolgte jetzt mein Dromedar, welches in bedeutender Ent-

21) Ritter's Erdkunde, zweite Aufl. I, 179.

22) Denham Narrative Titelkupfer.

ernung ruhig hinter einem Strauche ſtand, welcher ſeine Augen vor dem Sande ſchützte" [23]).

Aus dem Geſagten ergiebt ſich von ſelbſt, was von mehreren häufig wiederholten Erzählungen zu halten ſey, ſo daß der Samum geradlinig wie eine Kanonenkugel durch eine Caravane fahre, d. h. geradlinig hindurch gehe und einen Menſchen zwiſchen zwei andern tödte [24]); daß der Körper desjenigen von ihm getroffenen ſchwarz würde, und daß ſpäteſtens nach ſechs Stunden der Tod erfolge [25]); daß der Körper ſehr ſchnell in Fäulniß übergehe und daß die Glieder aus einander fallen [26]), während doch ſonſt die Leichname der in der Wüſte geſtorbenen Menſchen austrocknen, ohne daß ſich eine Spur von Verweſung an ihnen zeigt [27]). Daß dieſer Wind wegen des ſtarken Reizes der Sandtheilchen einen unangenehmen Eindruck auf die Geruchsorgane machen könne und müſſe, bedarf wohl kaum einer Erwähnung. Der Geruch nach Schwefel, welcher bei ſo vielen Phänomenen eine unverdiente Rolle ſpielen muß, wird auch hier als charakteriſtiſches Kennzeichen angeführt [28]).

Intereſſant iſt die von Rüppell gemachte Bemerkung [29]), daß die Luft zur Zeit des Chamſins eine hohe electriſche Spannung hat. Es ſcheint mir aber wenig wahrſcheinlich, daß Electricität die Haupturſache des Phänomenes ſey, vielmehr möchte dieſe Spannung wohl eher ihren Grund in der Bewegung der Luftmaſſen, der Reibung der iſolirenden Sandmaſſen an der Luft (wodurch wir ja auch künſtlich Electricität zu erzeugen vermögen) und in aufſteigenden warmen Luftſtrömen haben.

Nach dem bisher Geſagten ſind alſo Hitze und Trockenheit die charakteriſtiſchen Zeichen dieſes Windes; hiernach bedarf die

---

23) Burckhardt Nubia p. 205.

24) Beauchamp bei Cotte Mémoires II, 213.

25) Beauchamp l. l. Ker Porter Travels II, 230.

26) Niebuhr Arabien S. 8. Volney Voyage I, 57.

27) Burckhardt Nubia p. 182. Denham Narrative p. 8. Bruce und andere.

28) Beauchamp und Niebuhr l. l. Ker Porter Travels II, 230.

29) Rüppell Reisen S. 271.

gewöhnliche Hypotheſe, wornach der Chamſin ſeinen Grund in den ſtagnirenden Gewäſſern von Centralafrica haben ſoll, kaum einer Widerlegung. Wir wiſſen zwar aus den Bemerkungen von Bruce von der Terraſſe der Schangalla's, denen von Denham in Bornu, von Mungo Park auf der Mandingo-Terraſſe, und denen von Tuckey's Begleitern am Zaire und ſehr vielen andern Berichten, daß jene feuchten Wälder in der naſſen Jahreszeit, wegen der feuchten Hitze, bei welcher die Tranſpiration gehemmt wird, im hohen Grade ungeſund ſind, aber kaum erfolgt der Wechſel der Mouſſons, ſo kehrt ſogar in die dichten Wälder der Schangalla's neues Leben zurück. Läge in dieſen feuchten Gegenden ein ſo ſchädliches Princip, daß es über trockene Wüſten einen Weg von mehreren hundert Meilen bis zu den Küſten des Mittelmeeres nehmen könnte, ohne bedeutend an Wirkung zu verlieren, dann müßten jene Gegenden völlig menſchenleer ſeyn, wovon aber die Erfahrung das Gegentheil zeigt.

Was die Richtung betrifft, welche dieſe Winde haben, ſo kann man im Allgemeinen ſagen, daß ſie am Rande der Wüſte aus dieſer kommen. In Unter-Aegypten kommt der heiße Wind aus SSW und SW [30]); in Tor am Meerbuſen von Suez aus dem peträiſchen Arabien, alſo aus NO [31]); in Mecca aus der Wüſte Nedſched, alſo aus O [32]); in Surate aus N [33]), in Baſſora aus NW [34]), in Bagdad aus W [35]), in Syrien aus SO [36]), alſo in allen Fällen aus den Wüſten weſtlich vom Euphrat; bei Benown aus NO, alſo der Sahara [37]); eben daher am Se-

negal

30) Volney Voyage I, 58. Belzoni Narrative p. 195. Niebuhr Arabien S. 8. Dénon Voyage p. 179. Seneca Quaest. Nat. IV, 2.

31) Rüppel Reisen S. 185.

32) Volney und Niebuhr l. l.

33) Ibid.

34) Volney und Niebuhr; Beauchamp bei Cotte Mémoires II, 215.

35) Volney und Niebuhr.

36) Volney.

37) Mungo Park Travels p. 258.

negal [38]); an der Guineaküſte hat er in verſchiedenen Gegenden ebenfalls ungleiche Richtungen, er weht an der Goldküſte aus NO, am Cap Lopez und dem Strome Gaboon aus NNO, auf den Inſeln Los, welche etwas nördlich von Sierra Leone liegen, aus OSO [39]).

Dabei habe ich freilich angenommen, daß Harmattan und Samum identiſche Winde ſeyen; es werden jedoch mehrere Umſtände angeführt, wodurch beide ſich unterſcheiden ſollen. Während der Samum ungeſund iſt, wird der Harmattan als ſtärkend angeführt, obgleich auch nach den ältern Berichten von Greenhill bei Dampier (l. l.) der Harmattan Menſchen und Thieren ſchädlich ſeyn ſoll. Für Aegypten mag der erſte Theil der Behauptung einigermaßen richtig ſeyn, mehr als ſonſt ſtagnirt aber um dieſe Zeit das Nilwaſſer, es iſt vor der neuen Schwelle nicht ſo rein und lieblich als ſonſt. Daß nicht im Winde das Ungeſunde liege, geht daraus hervor, daß in Nubien, wo dieſe Winde häufiger wehen [40]), nichts von ſchädlichen Wirkungen bekannt iſt, und die ägyptiſche Peſt nicht bis dahin gelangt [41]). Aber in Nubien iſt der Charakter der Landſchaft ein anderer, nur an wenigen Stellen befruchtet der Nil dieſes Land durch ſeine Ueberſchwemmungen, man wendet Schöpfräder dazu an, daher wird ein etwas höherer oder niedrigerer Stand des Nilwaſſers keinen bedeutenden Unterſchied in dem Gedeihen der Gewächſe bedingen, das Waſſer ſelbſt wegen des ſchnelleren Laufes über die vielen Cataracten weniger leicht in Fäulniß gerathen, als namentlich in Unterägypten. An der Weſtküſte Africas folgt der Harmattan auf die naſſe Jahreszeit, in welcher ſelbſt die Neger ſehr viel an Fieberanfällen leiden; ſo wie der Wind ſich erhebt, verſchwinden die Krankheiten, und ſelbſt geimpfte Pocken kommen nicht zum Vorſchein [42]). Eben ſo ſollen die heißen Winde in Pondichery nach der naſſen Jahreszeit geſund ſeyn [43]).

38) Golberry Fragmens I, 228.

39) Dobson in Phil. Trans. 1781. p. 46.

40) Burckhardt Nubia p. 204.

41) Ibid. p. 145. 229.

42) Dobson in Philos. Trans. 1781. p. 53. Golberry Fragmens I, 229. Winterbottom Nachrichten S. 59. Mungo Park Travels p. 259. Vgl. Denham Narrative p. 207.

43) le Gentil Voyage I, 479.

Es soll ferner der Einfluß beider Winde auf die Vegetation sehr verschieden seyn. Ker Porter erfuhr von einem Perser, daß der Samum den Früchten, namentlich dem Obste sehr günstig wäre [44]), während der Harmattan nach den Bemerkungen von Dobson der Vegetation sehr schädlich ist [45]). Finden wir aber, daß schon in unseren Gegenden trockene Sommer für einige, feuchte für andere Pflanzen vorzüglich schädlich sind, so wird begreiflich, daß der Einfluß heißer Winde auf die Gewächse verschiedener Gegenden sehr ungleich seyn muß, zumal wenn diese sehr von einander abweichen, wie es hier der Fall ist. Pflanzen, welche ein warmes und etwas feuchtes Klima verlangen, gedeihen auf dem Plateau von Iran nicht, so bleiben die Datteln in dem Striche zwischen dem persischen Meerbusen und Schiras zurück [46]), und steigen nicht in das Hochland; selbst wenn sich hier einige Palmen zeigen, so sind ihre Früchte eben so schlecht, als in Dar-Fur und Sennaar. Erwägen wir ferner, daß die Perser halbreifes Obst essen [47]), so wird begreiflich, daß ihnen Früchte am liebsten seyn werden, welche durch schnelle Einwirkung von Hitze ein gutes Ansehen erhalten haben. An der Küste von Guinea finden wir Pflanzen, welche eine feuchte Hitze lieben, von denen Reiß der beste Repräsentant ist, auf diese wird nothwendig eine trockene Hitze einen schädlichen Einfluß äußern, indem die Blätter schneller als gewöhnlich ausdünsten und verwelken.

Was die geographische Verbreitung dieser Winde betrifft, so können wir im Allgemeinen sagen, daß sie sich da zeigen, wo Ebenen, welche mehr oder weniger vegetationsleer sind, eine starke Erhitzung des Bodens gestatten. Daher sind die Sandwüsten von Africa und Asien ihr wahres Vaterland. Aber selbst

44) Ker Porter Travels II, 229. Morier second Journey p. 43.

45) Dobson l. l. p. 48.

46) Olivier Persien S. 143. Chardin Voyage VIII, 461.

47) Morier second Journey p. 92. Der persische Gesandte war mit dem reifen Obste in England wenig zufrieden. Er konnte nicht unterlassen zu sagen: „Es ist wahr, wir haben nicht so schöne Häuser als ihr, keine Wagen, noch sind wir so reich, aber wir haben bessere Früchte und sehen stets die Sonne."

Hindoſtan, welches reich an Vegetation iſt, zeigt uns Gegenden, wo dieſe Winde öfter wehen. Namentlich iſt dieſes in Pondichery der Fall, wo ſie beſonders vom Junius bis Auguſt wehen. Im Anfange des Mai ſteht dort das Thermometer meiſtens auf 25° bis 27°; ſo wie aber die Landwinde etwas anhaltend wehen und dabei Sand in die Höhe heben, ſteigt die Wärme in kurzer Zeit auf 35° bis 36°. Daß auch hier Trockenheit charakteriſtiſch iſt, geht beſonders daraus hervor, daß ſich dieſe Winde zeigen, wenn es ſeit langer Zeit nicht geregnet hat [48]). Eben ſo traf Lord Valentia in den Orten Dſchuampor und Sultaumpor auf einer weiten Ebene am weſtlichen Ufer des Gumty) ſehr heiße Winde [49]), ja die Hitze war hier weit größer als bei einem Chamſin in Aegypten zwiſchen Edko und Roſette [50]).

Auf dem mit Flugſand bedeckten weſtlichen Theile der Hochebene Kobi ſind die Wüſten in der Gegend von Turfan zuweilen ſo heiß, daß es unmöglich iſt, dort zu verweilen; die heißen Winde ſind hier zuweilen ſo heftig, daß ſie den Menſchen ſtumpfſinnig machen [51]).

In Paramatta iſt der NW Wind im hohen Grade trocken und heiß; die Winde kommen über eine Kette kahler Sandſteinfelſen, wodurch ihre Temperatur ſo erhöht wird, daß ein im Schatten hängendes Thermometer oft in kurzer Zeit von 27° bis 38° ſteigt [52]); kaum iſt es möglich, daß die Winde in Africa mehr Verwüſtungen anrichten können, als dieſe NW Winde bei Port Jackſon: die Pflanzen verdorren und die Quellen trocknen aus. Péron bemerkt, daß alle Winde, welche er an verſchiedenen Punkten der Küſte beobachtete, ſich durch trockene Hitze auszeichneten, ſobald ſie vom Lande wehten, mochten ſie nun je

48) le Gentil Voyage I, 477—478. Dampier Traité des Vents p. 48.

49) Valentia Reiſe I, 134 u. 135.

50) Ebend. II, 258.

51) C. Ritter Erdkunde I, 498.

52) Cunningham Neu-Südwales S. 96. Tuckey Reiſe nach Neu-Südwales, in der Weimar. Biblioth. XXIV, 93.

nach der verſchiedenen Lage der Gegenden aus N, O oder NW kommen [53]).

Aehnliche Winde bemerkt man auch in den Ebenen von America. So zeichnen ſich in Louiſiana die N und NO Winde im Winter eben ſo durch große Kälte, als im Sommer durch große Hitze aus. Wenn man im Sommer auf den Ebenen dieſer Provinz reiſt, ſo kommt man plötzlich in ein weit heißeres Klima, als man eben verlaſſen hatte; dieſes dauert in einer Strecke von 20 bis 30 Schritten fort und dann kommt man plötzlich in ein kühleres, um gleich darauf ein heißeres zu erreichen. In einem Diſtricte von einer Viertelmeile pflegt man ſolche Veränderungen oft drei- bis viermal anzutreffen [54]). Und eben ſo iſt die Hitze in den Llanos am Orenoco beſonders dann im hohen Grade drückend, wenn die Luft in Bewegung iſt [55]).

Auch in Europa treffen wir Gegenden, welche ſich durch ſolche heiße Winde auszeichnen. Es iſt bekannt, daß in der Mancha von Andaluſien, namentlich in Sevilla und Cadix, der aus SO oder S kommende Solano weht. Er zeichnet ſich durch Hitze aus, erzeugt Schwindel und erhitzt das Blut dergeſtalt, daß die ohnehin reizbaren Einwohner zur Zeit wo er weht, Ausſchweifungen aller Art begehen [56]).

Bekannter iſt der Sirocco in Italien. Dieſer Ausdruck bedeutet im Allgemeinen den SO Wind, ganz ſpeciell aber werden damit die heißen Winde bezeichnet. Große Hitze iſt das Charakteriſtiſche deſſelben. Brydone zog in Palermo genauere Nachrichten über ihn ein; Perſonen, welche ſich viele Jahre in Spanien und Malta aufgehalten hatten, ſagten, ſie hätten niemals in dieſen Ländern eine Hitze erlebt, welche der beim Sirocco

53) Péron Voyage I, 396—398.

54) Ulloa Nachrichten vom ſüdl. und ſüdöſtl. America. Aus d. Span. überſ. von Dieze I, 59.

55) Humboldt Voyage VI, 93.

56) Dillon Reiſe durch Spanien II, 95 u. 148. Townſend Reiſe durch Spanien, überſ. von Volkmann II, 133. Daß dieſe Ausſchweifungen Grund in einer Beimengung eines Beſtandtheiles haben, ſcheint mir wenig wahrſcheinlich. Auch in Deutſchland werden mehr Kinder etwa 9 Monate nach der größten jährlichen Wärme geboren, als ſonſt in gleichem Zeitabſchnitte.

in Palermo zu vergleichen wäre [57]). Als Brydone während eines ſolchen Windes die Thür ſeines Zimmers öffnete, fiel es ihm auf das Geſicht wie der brennende Broden aus einem Ofen, in einer freien Laube war die Wärme unerträglich, das Thermometer ſtieg hier bis 45° (112° F.); ſo wie aber der Wind aus der See kam, wurde es plötzlich kühl. Zu dieſer Zeit läßt ſich in Palermo Niemand auf der Straße ſehen, nie aber hat er daſelbſt anſteckende Krankheiten verurſacht oder ſonſt üble Folgen auf die Geſundheit des Volkes gehabt; eine Erſchlaffung weicht dem bald folgenden Nordwinde [58]). Und eben ſolche Mattigkeit erzeugt dieſer Wind auch in Neapel [59]). Auch ſoll er im Sommer und Herbſte auf Malta häufig und im hohen Grade läſtig ſeyn; ob hier aber von ihm Faulfieber und Ruhren erzeugt werden, wie Spix und Martius glauben [60]), ſcheint noch näher unterſucht werden zu müſſen. Bemerkenswerth aber ſcheint mir der Umſtand, daß das Barometer zu der Zeit, wo der Wind anfing, nach den Erfahrungen von Brydone ſowohl in Neapel als in Palermo um 1 bis $1\frac{1}{2}$''' ſank.

Dieſe heißen Winde in Italien und Spanien werden gewöhnlich als Winde angeſehen, welche von den Küſten Africas kommen. Es iſt möglich, daß dieſe Winde ſchon den Weg über das mittelländiſche Meer gemacht haben [61]), gerade ſo wie die von Africa kommenden SO Winde ſich auf Madera durch große Trockenheit auszeichnen [62]); ich glaube jedoch, daß man die unangenehme Hitze dieſer Winde vielmehr in den Ebenen von Andaluſien und den trockenen Felſen von Sicilien ſuchen muß. Wäre der Wind aus Africa, ſo müßte er auf derjenigen Seite Siciliens, welche dieſem Erdtheile am nächſten liegt, auch am heftigſten ſeyn; aber in Palermo iſt er weit drückender als in ir-

57) Brydone Reiſe durch Sicilien und Malta II, 58.

58) Brydone II, 116—121.

59) Brydone I, 5.

60) Spix und Martius Reise nach Brasilien I, 30.

61) Black im Edinburgh New Phil. Journ. Julius 1828. p. 247 u. 249.

62) Heinecken im Edinburgh Journal of Science New Ser. I, 42. Die Luft ſoll beim Sirocco in Italien feucht und nebelig (Waſſerdampf oder Staub?) ſeyn; Hygrometerbeobachtungen ſind ſehr wünſchenswerth.

gend einem andern Theile der Insel [63]). So viel ist hiernach wenigstens gewiß, daß dieser Luftstrom, welcher sich auf dem Mittelmeere nothwendig abkühlen müßte, in den trockenen und von der Sonne stark erhitzten Gegenden des südlichen Italiens und Siciliens einen neuen Grad von Hitze erreicht.

Sollen aber die heißen Winde Europas einmal von Luftströmen aus Africa hergeleitet werden, so ist nicht zu begreifen, wie dieselben nach dem südlichen Rußland gelangen. Und doch finden wir sie dort auf den Steppen. So wehen im Julius bei Zarizyn südliche Winde, welche so stark gehen, daß sie den Staub hoch erheben und so heiß sind, als ob sie aus einem Ofen kämen. Diese Winde fangen gewöhnlich um 2 Uhr Abends an und dauern bis nach Mitternacht, niemals hat man sie länger bemerkt. Bei solchen Winden fallen die Schafe wie Fliegen dahin [64]). Wenn auch die Steppenbrände alsdann die Hitze etwas steigern mögen, so sind sie gewiß nicht die einzige Ursache der Wärme, denn sonst würde es wohl nicht möglich seyn, daß diese Winde die Vorboten schwerer Ungewitter wären [65]).

So haben wir aus einem Principe die meisten Erscheinungen abgeleitet, welche die Winde uns darbieten. Dieser einfache Grundsatz bestand darin, daß sich sogleich Winde erheben müssen, sobald eine Luftmasse mehr oder weniger erwärmt wird, als die benachbarten; in jenem Falle fließt die Luft der unteren Regionen gegen die wärmere Gegend, in diesem findet das Gegentheil Statt. Andere Eigenschaften der Winde werden wir in der Folge kennen lernen; gegenwärtig will ich noch einige historische Bemerkungen über die Lehre von den Winden mittheilen [66]).

Ohne bei den zum Theil fruchtlosen Untersuchungen der Alten zu verweilen, gehe ich sogleich zu Baco v. Verulam über. Mit den Bemerkungen der Alten und den Speculationen der Restauratoren der Physik unzufrieden, suchte er die Lehre von den Winden auf eine feste Basis zu gründen, ganz dem von ihm im

63) Brydone Reise II, 122.

64) Pallas Reise III, 643.

65) Pallas Reise I, 439.

66) Ich folge hier vorzüglich der Darstellung v. Lindenau's in Zach's monatlicher Correspondenz XIII, 249 folg.

Infange seines Organon aufgestellten Grundsatze gemäß, daß der Mensch als Diener und Ausleger der Natur nur so viel und nicht mehr von der Natur der Dinge wisse, als er durch angestellte Versuche und Beobachtungen kennen gelernt habe. In seiner Schrift über die Winde [67]) stellt er die bis dahin bekannten Erscheinungen zusammen; er giebt hier nicht blos die Richtung der Winde in verschiedenen Gegenden, sondern betrachtet auch ihren Einfluß auf Hydrometeore und Temperatur. Als vorzügliche Ursache der Winde, besonders der Passatwinde, sieht er die Sonne an (Sol est genitor ventorum praecipuus [68]). Die Sonne nämlich dehnt die Luft wenigstens um $\frac{1}{3}$ ihres Volumens aus, und dadurch muß nothwendig eine Bewegung erzeugt werden. Da nun die Sonne scheinbar von Osten nach Westen geht, so muß die Luft ebenfalls nach dieser Gegend fließen und dadurch der Passat erzeugt werden, welcher sich nur zwischen den Wendekreisen zeigen wird, da hier die Hitze weit größer ist, als in andern Gegenden [69]). Daß durch eine Erwärmung der Luft Winde erzeugt werden können, davon überzeugte er sich, als er ein heißes Kohlenbecken in einen Thurm stellte: warme Luftströme gingen nach außen und leichte an Fäden hängende Körper wurden bewegt [70]). Es wäre jedoch auch möglich, daß die Passatwinde dadurch entständen, daß die Luft sich eben so wie der Himmel bewege; diese Bewegung muß zwischen den Tropen, wo die von der Luftmasse beschriebenen Kreise größer sind, auch weit auffallender seyn, als außerhalb derselben [71]). Möglich wäre es auch, daß der Mond und die Sterne hierauf Einfluß haben, da man z. B. bemerkt hat, daß einige Stunden vor Mondfinsternissen und um die Zeit der Planetenconjunctionen lebhafte Winde wehen, und daß zur Zeit des Aufganges großer Sterne dasselbe Statt findet [72]).

67) Fr. Baconi de Verulamio historia naturalis et experimentalis de ventis. 12. Lugd. Bat. 1648.

68) l. l. p. 51. 69) l. l. p. 17. 70) l. l. p. 53. 71) l. l. p. 16. 51.

72) Exortu *Orionis* surgunt plerumque venti et tempestates variae; sed videndum, annon hoc fiat, quia exortus ejus sit eo tempore anni, quod ad generationem ventorum est maxime efficax; ut sit potius concomitans quiddam quam causa; quod etiam de ortu *Hyadum*, et *Plejadum*, quoad imbres, et *Arcturi* quoad tempestates similiter dubitari possit. l. l. p. 52.

Baco von Verulam ahnete alſo die wahre Urſache der Paſſate, und hätte er bei dem von ihm angeſtellten Verſuche die Luftſtrömungen über und unter dem Kohlenbecken genauer unterſucht, ſo hätte er vielleicht den Grund aufgefunden. Carteſius, Rohault, Merſenne und andere Phyſiker des 17ten Jahrhunderts ſahen die Rotation der Erde als wichtigſte Urſache der Paſſate an. Nach ihnen hatte das die Erde umgebende feinere Fluidum nicht gleiche Rotationsgeſchwindigkeit mit dieſer, mußte alſo bei der täglichen Bewegung der Erde von Abend nach Morgen eine entgegengeſetzte Tendenz erhalten und ſo einen beſtändigen Luftzug von Morgen nach Abend bilden. Neuere Unterſuchungen haben gezeigt, daß dieſe Meinung offenbar irrig iſt, denn wenn auch Anfangs die Rotationsgeſchwindigkeit der Atmoſphäre kleiner als die der Erde war, ſo mußte doch die Adhäſion aller Theile, die Gravitation der Atmoſphäre gegen die Erde, die genaue Verbindung dieſer mit der Bewegung des Oceans, die immerwährende Friction mit allen Theilen der Erdoberfläche und die dreißig Mal ſchnellere Bewegung der Erde um die Sonne, bald allen Theilen der Atmoſphäre eine gleich ſchnellere Rotation mittheilen, ſo daß in dieſer Hinſicht die Bewegung unſeres Weltkörpers, nebſt dem ihn umgebenden feineren Fluido, als die eines einzigen feſten Körpers angeſehen werden kann [73]).

Erſt durch Halley's Beobachtungen, welche er während eines mehrjährigen Aufenthaltes zwiſchen den Wendekreiſſen angeſtellt hatte, wurde die wahre Urſache von den Paſſaten gefunden. Die Umriſſe dieſer Theorie, nach welcher die Wärme der Sonne die wichtigſte Urſache iſt, habe ich oben gegeben. Halley's Landsmann Dampier ſtellte um dieſelbe Zeit ſeine vielfachen Erfahrungen über dieſen Gegenſtand zuſammen und lieferte in ſeinem Traité des Vents dem Schiffer und Phyſiker ſehr wichtige Materialien, ohne daß er ſich auf eine Erklärung der Erſcheinungen einließ.

Eine nähere Veranlaſſung zur Bearbeitung dieſer Theorie gab die Preisfrage der Academie zu Bordeaux im Jahr 1730. Die Preisſchrift des Jeſuiten Sarrabat im 5ten Bande des Recueil des Prix de l'Academie de Bordeaux iſt mir unbekannt,

73) v. Lindenau l. l. p. 258.

und ich konnte nur das benutzen, was v. Lindenau (l. l.) und Lotte[74]) aus derselben mittheilen. Er unterscheidet in dieser Abhandlung ganz zweckmäßig die regelmäßigen und unregelmäßigen Winde und sucht für jede Klasse die Ursachen auf. In der aus mehreren Schichten bestehenden Atmosphäre können Ursachen, welche über oder unter ihr liegen, Winde erzeugen, es kann aber auch geschehen, daß fremdartige in diese Masse gebrachte Körper darin Undulationen bewirken. Dieser letztere Grund ist zufällig und giebt Gelegenheit zu der Entstehung der unregelmäßigen Winde, und es kommt daher nur zunächst auf die beiden ersten an. Die Ursachen, welche über der Atmosphäre liegen, sind Sonne und Mond, die unter ihr liegenden die Erde mit ihren Meeren, Gebirgen, Höhlen u. s. w. Um nun den Einfluß der Sonne zu zeigen, hat Sarrabat einen Versuch mit einem glühenden Eisen angestellt, welches er über eine Wasserfläche hielt, auf welcher leichte Körper schwammen; nach diesem Versuche glaubt er, daß die Sonne eine Stoßkraft besitze, durch welche sie die Flüssigkeiten von dem Punkte entferne, wo ihre Strahlen vorzüglich stark wirken. Die Luft erhebt sich nämlich an dieser Stelle und fließt hier auf einer geneigten Ebene gegen die weniger ausgedehnte und daher niedrigere Luft, während von unten ein Zufluß erfolgt, wodurch die entferntere Luft wieder ersetzt wird. Wird hiemit die Bewegung der Erde um ihre Axe combinirt; so ergeben sich hieraus die Passate zwischen den Wendekreisen; eben so lassen sich hieraus die Winde ableiten, welche in mittleren Breiten in verschiedenen Jahreszeiten herrschen. Aber diese allgemeinen Winde werden durch verschiedene Ursachen modificirt. Zu diesen gehören die Dämpfe, bedeutende Temperaturdifferenzen in verschiedenen Gegenden und Unebenheiten des Bodens, und hieraus leitet er die Winde des Mittelmeeres nebst den Moussons im indischen Meere ab. Im dritten Theile untersucht der Verfasser die verschiedenen Ursachen der unregelmäßigen Winde. Zu diesen rechnet er vorzüglich 1) die Compression der Luft; 2) die Dämpfe, indem sie sich ausdehnen und in die Höhe steigen; 3) die entzündeten Ausdünstungen (exhalaisons enflammées); 4) fremdartige Körper, welche von andern gedrückt werden und entweichen, wie

74) Cotte Mémoires I, 301.

Wolken; 5) Regen, theils durch ſein Herabfallen, theils durch die erzeugte Erkältung der Atmoſphäre; 6) die Ungleichheit der Wärmegrade, welche nach und nach an demſelben Orte oder zu derſelben Zeit an verſchiedenen Orten vorhanden ſind; 7) alles was eine beträchtliche Erſchütterung in der Luft hervorbringen kann; 8) alles was die Bewegung der directen Winde hemmen kann, wie Gebirge, große Gebäude u. ſ. w.

Dieſes Syſtem, welches im Grunde das Halley'ſche mit einigen Modificationen und etwas abweichendem Sprachgebrauche iſt, findet ſich wieder in einem Aufſatze von Dupain de Remours [75]), nur daß die Ausdrücke Condenſation, Dilatation und Revulſion gebraucht ſind.

Im Jahre 1746 forderte die Berliner Academie die Gelehrten auf, die Urſache der Winde genauer zu unterſuchen. Die Abhandlung von d'Alembert wurde gekrönt [76]), die von Mylius erhielt das Acceſſit. Die Grundſätze der letzteren Schrift ſind nicht neu [77]). D'Alembert überſah die Wirkung der Wärme ganz (§. 98.) und leitete alle Erſcheinungen, welche wir beim Winde bemerken, blos aus der Anziehung der Sonne und des Mondes her, wobei er von der Hypotheſe ausging, daß die Erde ganz mit Waſſer bedeckt ſey; erſt in der Folge nimmt er auf die Aenderungen Rückſicht, welche die Gebirge in der Richtung des Windes erzeugen müſſen. Aber da hier ein Princip völlig überſehen wird, welches eine ſo bedeutende Rolle ſpielt, deſſen Wirkung uns ſchon mehrere Phänomene gezeigt haben und welches uns in der Folge immer wichtiger werden wird, ſo wird begreiflich, daß die erhaltenen Geſetze nicht vollſtändig der Natur genügen werden. Aber auch abgeſehen davon, ſo laſſen ſich gegen d'Alembert's Folgerungen mehrere Einwendungen machen, wie dieſes bereits v. Lindenau gethan hat, deſſen Entwickelung ich hier in der Kürze mittheilen will [78]). Selbſt abgeſehen

75) Transact. of the Americ. Philos. Soc. held at Philadelphia für 1804. cit. von Lindenau p. 262.

76) d'Alembert reflexions sur la cause générale des vents. 4. Paris 1747.

77) v. Lindenau l. l. p. 262.

78) Ibid. p. 263.

on dem Umstande, daß d'Alembert bei seiner Theorie die Elasticität der Luft vernachlässigt, daß er sich einer etwas willkürlichen Approximation bedient, daß die Schwierigkeit, Stärke und Direction des Windes aus seinen Ausdrücken herzuleiten, unendlich ist, daß die in beiden Halbkugeln herrschenden N und W Winde durchaus nicht erklärlich sind: so kommt noch folgender entscheidende Umstand hinzu, um die praktische Unbrauchbarkeit der d'Alembert'schen Methode ins hellste Licht zu setzen. Wenn die durch Gravitation im Ocean und in der Atmosphäre erzeugten Oscillationen als analog angesehen werden, so läßt sich die Größe der letzteren ungefähr auf folgende Art übersehen. Ohne Rücksicht auf die relative Lage der drei Körper hängt im Allgemeinen die Größe der Ebbe und Fluth von der Tiefe des Meeres ab. Eine zunehmende Tiefe vermindert die Größe der Oscillationen [79]). Da nach den genauesten Beobachtungen die Höhe der Atmosphäre größer denn die Tiefe des Meeres ist, so müssen folglich auch schon in dieser Hinsicht die Oscillationen der Atmosphäre kleiner denn die des Meeres seyn, die ebenfalls nur an Ufern und solchen Orten vorzüglich merkbar werden, wo sich dem menschlichen Auge ein Vergleichungspunkt darbietet. Nun sind aber die obersten Theile der Atmosphäre so dilatirt, haben so wenig Adhäsion unter einander, daß die obersten Luftschichten einen Druck leiden können, ohne daß dadurch die unteren im geringsten modificirt werden, und da theils Erfahrung (Taucher haben versichert, daß selbst bei heftigem Sturm in einer Tiefe von 15 Toisen das Meer ruhig ist), theils Theorie [80]) lehren, daß die Bewegungen eines Fluidums bloß auf dessen obere Fläche, nicht auf die unteren Schichten wirken, so scheint es schon hiernach wahrscheinlich, daß die Gravitation keine bemerkbaren Bewegungen in der unsern Erdkörper zunächst begränzenden Atmosphäre erzeugen könne [81]).

Die Frage nach einer allgemeinen Theorie der Winde wurde in der Folge noch mehrmals wiederholt, nämlich 1751 von der

79) la Place Mécanique céléste II, 201.

80) la Grange Mécanique analytique p. 491.

81) Ueber den Einfluß der Gravitation auf die Barometerschwankungen werde ich in der Folge handeln.

Academie zu Paris und 1780 von der Academie zu Dijon. Jene krönte die Abhandlung von Daniel Bernoulli, dieſe die von la Coudraye; beide ſind mir unbekannt.

Aber die meiſten dieſer Unterſuchungen bezogen ſich auf die regelmäßigen Winde zwiſchen den Wendekreiſen; wie die Richtung derſelben in höheren Breiten beſchaffen ſey, darüber fehlte es ganz an Unterſuchungen. Forſter [82]), le Gentil [83]) und Andere bemerkten zwar, daß in höheren Breiten der Halley'ſchen Theorie gemäß SW Winde vorherrſchten, aber es wurden alle Unterſuchungen in jener Zeit einſeitig angeſtellt, indem man nur den einzigen Wind berückſichtigte, welcher am häufigſten geweht hatte. Hätte Cotte dieſes Verfahren nicht auch bei den vielen ihm mitgetheilten Beobachtungen befolgt, ſo würde unſere Kenntniß von dieſem Gegenſtande weit vollſtändiger ſeyn; jetzt aber iſt alles was er im zweiten Bande ſeiner Mémoires sur la Météorologie giebt, völlig unbrauchbar. Erſt Lambert gab ein Verfahren an, wodurch man die mittlere Richtung der Luftſtrömung finden könnte [84]), was lange überſehen, erſt in neueren Zeiten wieder angewendet worden iſt.

Aber ſelbſt in niederen Breiten fehlte es an Thatſachen, welche das Verhalten der Winde in verſchiedenen Gegenden zeigten, es waren wenigſtens die Beobachtungen in vielen Werken zerſtreut, aus denen ſie der Phyſiker mit Mühe aufſuchen mußte. Durch die Arbeiten von Forreſt, Capper und Romme wurde auch dieſem Uebelſtande abgeholfen; während ſich aber die beiden erſteren vorzugsweiſe auf das indiſche Meer einſchränkten, Forreſt auch eine ſchlechte Theorie (bad theory) der Mouſſons gab [85]), ſo theilte Romme alles mit, was er in Seereiſen durch alle Breiten gefunden hätte. Nach Aufzählung aller einzelnen Thatſachen theilt er eine Theorie der Winde mit, in welcher er Gravitation, Wärme und Vergrößerung der Elaſticität der Luft durch Dämpfe als Urſachen annimmt; aber auch er ſieht ſich ge-

82) J. R. Forſter Bemerkungen auf einer Reiſe um die Welt.

83) Mémoires de Paris 1784. p. 480.

84) Mém. de Berlin 1777.

85) Urtheil von Thomas Young in der die Winde betreffenden Literatur, in ſeinen Lectures on natural philosophy.

nöthigt, die Mouſſons des indiſchen Meeres, welche mir nach der Hypotheſe d'Alembert's ganz unerklärbar ſcheinen, blos aus der Wärme herzuleiten.

Auf dieſe ſyſtematiſche Zuſammenſtellung geſtützt, verſuchte es in der Folge von Lindenau, eine allgemeine Theorie der Winde zu liefern, welche im 18ten und 15ten Bande der monatlichen Correſpondenz mitgetheilt und im obigen ſehr häufig benutzt iſt. Er ſucht hier die heißen Winde und ihren ſchädlichen Einfluß auf die Geſundheit aus ihrer chemiſchen Beſchaffenheit herzuleiten, indem der Chamſin ein Uebermaaß von Azot enthalten ſoll, ganz den Anſichten gemäß, welche erſt kurz darauf durch genauere Analyſen verdrängt wurden [86]). Die regelmäßigen Winde leitet er auf eine ähnliche Art ab als Halley, er entwickelt Ausdrücke, durch welche die Geſchwindigkeit der Winde gefunden wird. Bis jetzt aber laſſen ſich die gegebenen Größen aus Mangel an Erfahrungen über die Geſchwindigkeit der Winde noch nicht näher prüfen.

Lange Zeit wurde dieſe Materie nicht weiter verfolgt, bis endlich Buch in ſeiner Abhandlung über barometriſche Windroſen [87]) auf manche intereſſante, in der Folge näher zu erwähnende Eigenſchaften der Winde aufmerkſam machte, Humboldt in ſeinem Reiſeberichte mehrere intereſſante Thatſachen über das Verhalten der Winde mittheilte, und Brandes in verſchiedenen Abhandlungen, beſonders in ſeinen Beiträgen zur Witterungskunde, mehrere ſehr gründliche Unterſuchungen anſtellte. Durch die Arbeit v. Buch's auf jene Abhandlung Lambert's aufmerkſam gemacht, fing ich im Jahr 1824 an, mehrere Erſcheinungen genauer zu unterſuchen, und indem ich die mittlere Windrichtung an verſchiedenen Orten in den einzelnen Monaten aufſuchte, wurde ich nicht wenig überraſcht, Geſetze zu finden, welche ich in keiner mir bekannten Schrift gefunden hatte. Während

86) Wenn v. Lindenau dieſe Behauptung im J. 1806 ausſprach, ſo war ſie ganz im Geiſte jener Zeit. Wie aber v. Zach noch im J. 1824 wiederholen konnte, daß der Samum viel Salpetergas, der Harmattan viel Oxygen enthalte (Corresp. astron. No. 6. p. 540), iſt allerdings unbegreiflich.

87) Abhandlungen der Berliner Academie für 1818—1819.

ich damit beſchäftigt war, alle Beobachtungen, welche in den Mannheimer Ephemeriden enthalten waren, zuſammen zu ſtellen, erſchienen Schouw's Beiträge zur vergleichenden Klimatologie; mehrere darin gegebene Geſetze ſtimmten mit den von mir früher gefundenen und den von Schübler angeſtellten Unterſuchungen überein. Durch Dove's Bemerkungen und ſeinen Streit mit Schouw wurde der Gegenſtand von mehreren Seiten betrachtet; es kommt jetzt nur noch auf viele gleichzeitige Beobachtungen nicht blos der Richtung, ſondern auch der Stärke, nicht blos in Europa, ſondern auch in den übrigen Welttheilen an, um zu entſcheiden, ob die Hypotheſe Dove's der Natur entſpricht oder nicht.

Vierter Abschnitt.

Von den Hydrometeoren.

Wird Wasser in einem offenen Gefäße längere Zeit der Einwir-
ung der Atmosphäre ausgesetzt, so wird sein Volumen nach einiger
eit kleiner, ein Theil hat sich in ein elastisches Fluidum verwan-
elt, welches wir mit dem Namen Dampf oder Dunst bezeich-
en. Ist die Wärme des Wassers nur eben so groß als die der
tmosphäre, oder doch nicht viel größer, so sind wir nicht im
tande mit dem bloßen Auge wahrzunehmen, ob sich über dem
Wasser ein anderes Fluidum als atmosphärische Luft befinde, der
ntweichende Dampf ist unsichtbar. Sobald dagegen die Tempe-
atur des Wassers bei weitem höher ist, als die der Luft, dann
lden sich über diesem Wasser Nebel, ein Theil des unsichtbaren
Wasserdampfes hat sich niedergeschlagen, verstattet dem
chte nicht den freien Durchgang und wird dadurch sichtbar. Man
zeichnet häufig den Dampf in diesen beiden Zuständen mit ver-
iedenen Namen. E. G. Fischer [1]) ist der Meinung, man
lle den vollkommen elastischen, völlig unsichtbaren Dampf mit
m Namen Dunst bezeichnen, während der Ausdruck Dampf
i engeren Sinne auf den Fall angewendet werden solle, wo ein
heil des Fluidums in der Gestalt eines Nebels niedergeschlagen

Mir scheint es zweckmäßiger, mit Muncke [2]) und andern
hysikern die Benennung umzukehren und das sichtbare Fluidum
t dem Namen Dunst, das unsichtbare mit dem Namen

1) E. G. Fischer Theorie und Kritik der Verdunstungslehre. 8. Berlin 1810. S. 7. Lehrbuch der mechanischen Naturlehre. 8. Berlin 1827. I, 315.

2) Gehler's Wörterbuch N. A. II, 279.

Dampf zu bezeichnen. Dieses stimmt wenigstens im Allgemeinen mit dem Sprachgebrauche überein. Wenn niedrige Nebel einen Theil der Atmosphäre unsichtbar machen, so sagt man, das Wetter sey dunstig. Um jedoch alle Zweideutigkeit in der Folge zu vermeiden, werde ich mich meistens des Ausdruckes Dampf bedienen, und da, wo beide Zustände zu unterscheiden sind, die Benennungen elastische und niedergeschlagene Dämpfe anwenden.

Daß der Dampf ein elastisches Fluidum sey, dafür spricht eine große Menge von Erfahrungen. Hat das Wasser, aus welchem er entsteht, eine hohe Temperatur und entwickeln sich die Dämpfe in einem verschlossenen Gefäße, dann können sie einen sehr starken mechanischen Druck äußern. Die Zersprengung starker verschlossener Gefäße so wie die Bewegung der Dampfmaschinen geben hievon den besten Beweis. In niederen Temperaturen ist die Elasticität des Dampfes, welche mit dem Namen Expansivkraft, Spannkraft oder Druck bezeichnet wird, bei weitem geringer, aber auch hier läßt sie sich mit Leichtigkeit wahrnehmen, wenn man in den luftleeren Raum eines gut ausgekochten Barometers einige Wassertropfen bringt. Bei allen Vergleichungen mit einem andern vollkommen übereinstimmenden Barometer steht jenes niedriger, und zwar desto mehr, je höher die Temperatur ist. Der Unterschied beider Barometer giebt die Spannkraft bei der gleichzeitig beobachteten Temperatur.

Um die Größe der Spannkraft genau zu bestimmen, haben verschiedene Physiker Versuche dergestalt angestellt, daß sie in den luftleeren Raum des einen Barometers etwas Wasser brachten, dieses nach und nach erwärmten und die einer jeden Temperatur entsprechende Expansivkraft durch den Unterschied beider Barometer aufsuchten. Man kann vielleicht weniger sicher dazu die Luftpumpe anwenden. Wasser wird in dem luftleeren Raume der Pumpe stark erwärmt, jetzt aufs neue gepumpt, um mit den Dämpfen noch die letzten Ueberreste von Luft zu entfernen, sodann der Stand der Barometerprobe bei verschiedenen Temperaturen gemessen. Die hier gefundene Größe giebt die gesuchte Spannkraft unmittelbar. Der zuerst gedachten Methode haben sich mehrere Experimentatoren bedient, unter denen ich nur Watt, Robison, Dalton, Ure, Betancourt, Arzberger und

Schmidt

Schmidt nennen will; die Resultate dieser Messungen habe ich an einem andern Orte mitgetheilt [3]). Die zuletzt erwähnte Methode wendete Muncke [4]) an. Ein drittes Verfahren hat Prechtl [5]) vorgeschlagen und August [6]), Schmidt und andere Physiker mit einigen Modificationen schon früher angewendet. Eine Barometerröhre, welche hinreichend weit ist, daß die Capilarität keinen Einfluß hat, wird heberförmig gebogen und der eine Schenkel verschlossen. Nachdem diese Röhre durch das Sieden des Queckſilbers ausgekocht ist, wird in den offenen Schenkel Waſſer gegossen, dieses bis zum Sieden erhitzt und dadurch alle Luft ausgetrieben, worauf der Schenkel sogleich zugeblasen wird. Das Queckſilber, welches vorher den zuerst verschlossenen Schenkel bis zur Spitze füllte, wird jetzt herabsinken, bis die Elasticität des Dampfes nebst dem Gewichte der Queckſilberſäule in dem einen Schenkel mit dem Gewichte des Queckſilbers im andern im Gleichgewichte stehen. Setzt man diesen Apparat verschiedenen durch ein genaues Thermometer gefundenen Temperaturen aus, so giebt der Unterschied im Niveau beider Queckſilberſäulen die entsprechende Expansivkraft. Bis jetzt sind mir jedoch noch keine Versuche bekannt, welche Prechtl mit diesem sinnreichen und genauen Apparate angestellt hat.

Die Schwierigkeit, in Halle eine Vorrichtung dieser Art von hinreichender Genauigkeit ausgeführt zu erhalten, bewog mich das zuerst erwähnte Verfahren zu benutzen; zwei gut ausgekochte Heber-Barometer wurden längere Zeit mit einander verglichen; das eine derselben, von Pistor in Berlin verfertigt, hatte eine bewegliche Scale, Loupen an derselben dienten zur scharfen Fixirung der Queckſilberoberfläche, der Nonius gab unmittelbar $\frac{1}{10}$ einer pariser Duodecimal-Linie an. Das zweite mit fester Scale war von Körner in Jena, Dioptern ließen die Oberfläche des Queck-

3) L. F. Kämtz Untersuchungen über die Expansivkraft der Dämpfe nach den bisherigen Beobachtungen. 8. Halle 1826.

4) G. W. Muncke Physicalische Abhandlungen. 8. Giefsen 1816.

5) Baumgartner Zeitschrift für Mathematik und Physik I, 383.

6) Poggendorff's Annalen V, 344.

silbers mit ziemlicher Schärfe finden; der Zoll war in zehn Linien getheilt und der Nonius gab unmittelbar $\frac{1}{50}$ einer Decimal-Linie. Nachdem der kleine Unterschied in den Angaben beider Instrumente gefunden war, wurde in den luftleeren Raum des letzteren ein Wassertropfen gebracht und der Stand beider häufig verglichen (täglich im Durchschnitte etwa 10 Mal); beide hingen in einem Zimmer, indem sich die Temperatur während des Tages wenig änderte, so daß die Temperatur des Dampfes sich nur wenig von der Wärme der umgebenden Luft unterschied. Letztere wurde durch ein gut calibrirtes Thermometer von Greiner gefunden, bei welchem jeder Grad in fünf Theile getheilt war, so daß ich die Zehntel mit einer sehr großen Schärfe ablesen konnte. So lange das Wasser flüssig blieb, ließ sich der Stand des Queckfilbers im Dampfbarometer mit großer Leichtigkeit auffinden; schwieriger war dieses dann, wenn das Wasser gefroren war. In diesem Falle goß ich in den offenen Schenkel etwas Queckfilber, die dünne Eisrinde wurde in der Mitte durchbrochen, und während sie am Rande der Röhre hängen blieb, stieg das Queckfilber einige Linien über sie und nahm wieder eine regelmäßige gewölbte Fläche an. Zu Zeiten, wo das Eis im Aufthauen begriffen und dieses Verfahren nicht möglich war, wurden gar keine Messungen angestellt. Länger als ein Jahr verglich ich auf diese Art beide Instrumente; die Messungen liegen zwischen — 17° R. und 25° R. da aber in der Nähe dieser Gränzen nur so wenige Beobachtungen angestellt sind, daß die Beobachtungsfehler nicht ganz entfernt sind, so halte ich nur die Aufzeichnungen zwischen — 15° R. und 21° R. für eingermaßen genau. Sämmtliche auf eine Temperatur des Queckfilbers von 0° reducirte Messungen ordnete ich von Zehntel zu Zehntel Grad und leitete daraus die den ganzen Graden entsprechenden Größen durch Interpolation her, indem ich annahm, daß die Logarithmen der Spannkräfte bei Temperaturdifferenzen von etwa 1° eine arithmetische Reihe der ersten Ordnung bildeten. Folgende Tafel enthält diese Messungen; die Spannkräfte zwischen 25° und 80° habe ich aus meiner früheren Schrift entnommen [6]).

---

6) Untersuchungen u. s. w. S. 41.

t	Spannkraft	t	Spannkraft	t	Spannkraft	t	Spannkraft
— 15°	0‴,483	— 2°	1,688	11°	5‴,066	35°	28‴,593
— 14	0,545	— 1	1,865	12	5,503	40	39,231
— 13	0,620	0	2,037	13	5,956	45	54,074
— 12	0,686	1	2,253	14	6,409	50	72,801
— 11	0,747	2	2,455	15	6,903	55	96,594
— 10	0,808	3	2,711	16	7,490	60	126,338
— 9	0,865	4	2,935	17	8,049	65	163,879
— 8	0,977	5	3,190	18	8,708	70	211,203
— 7	1,103	6	3,472	19	9,278	75	268,331
— 6	1,186	7	3,775	20	10,004	80	336,000
— 5	1,280	8	4,068	21	10,860		
— 4	1,416	9	4,428	25	14,323		
— 3	1,536	10	4,698	30	20,347		

Um aus dieſer Tafel noch die kleinen von den Beobachtungsfehlern herrührenden Unregelmäßigkeiten zu entfernen, müſſen wir einen Ausdruck herleiten, welcher den Gang der Elaſticität ziemlich annähernd darſtellt. Da die phyſicaliſchen Principien, auf denen dieſer Ausdruck beruht, bisher noch nicht gefunden ſind [7]), ſo müſſen wir eine empiriſche Formel aufſuchen, welche die Zunahme der Elaſticität mit der Temperatur einigermaßen annähernd darſtellt. Ich habe früher einen Ausdruck entwickelt, welcher den ältern Beobachtungen unter der Temperatur des ſiedenden Waſſers hinreichend genügt [8]); jedoch iſt die Berechnung der Spannkraft für einen gegebenen Thermometerſtand nach dieſem Ausdrucke ſehr weitläuftig. Mayer [9]) hat eine Formel vorgeſchlagen, vermittelſt deren ſich dieſe Berechnung einfacher ausführen läßt. Iſt nämlich E die einer Temperatur t entſprechende Expanſivkraft, ſo iſt

$$\log E = B + \log (213{,}33 + t) - \frac{C}{213{,}33 + t}$$

7) Arago und Dulong in Schweigger's Jahrb. N. R. XXIX, 200.

8) Untersuchungen S. 48.

9) Comment. Soc. Reg. Gott. 1808. p. 1. Untersuchungen S. 54.

wo B und C constante durch die Beobachtungen zu bestimmende Größen sind. Wenn auch die Gründe, auf denen diese Formel beruht, nicht ganz naturgemäß zu seyn scheinen [10]), so will ich dieselbe hier doch anwenden, da die Resultate sich innerhalb der gegebenen Gränzen nicht sehr von der Wahrheit entfernen dürften. Werden die Constanten entwickelt, so ergiebt sich mit Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate

$$\log E = 5{,}642997 + \log(213{,}33 + t) - \frac{1636{,}05}{213{,}33 + t}$$

Folgende Tafel enthält eine Vergleichung der beobachteten Werthe mit den berechneten.

t	E		
	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
— 15°	0‴,483	0‴,497	+ 0‴,014
— 14	0,545	0,549	+ 0,004
— 13	0,620	0,607	— 0,013
— 12	0,686	0,669	— 0,017
— 11	0,747	0,738	— 0,009
— 10	0,808	0,813	+ 0,005
— 9	0,865	0,894	+ 0,029
— 8	0,977	0,983	+ 0,006
— 7	1,103	1,079	— 0,024
— 6	1,186	1,184	— 0,002
— 5	1,280	1,298	+ 0,018
— 4	1,416	1,422	+ 0,006
— 3	1,536	1,557	+ 0,021
— 2	1,688	1,702	+ 0,014
— 1	1,865	1,860	— 0,005
0	2,037	2,031	— 0,006
1	2,253	2,215	— 0,038
2	2,455	2,415	— 0,040
3	2,711	2,630	— 0,081
4	2,935	2,863	— 0,072
5	3,190	3,113	— 0,077

10) Untersuchungen S. 69.

t	E		
	Beobachtet	Berechnet	Unterschied
6°	3‴,472	3‴,383	— 0‴,089
7	3,775	3,674	— 0,101
8	4,068	3,987	— 0,081
9	4,428	4,324	— 0,104
10	4,698	4,685	— 0,013
11	5,066	5,073	+ 0,007
12	5,503	5,490	— 0,013
13	5,956	5,937	— 0,019
14	6,409	6,415	+ 0,006
15	6,903	6,929	+ 0,026
16	7,490	7,478	— 0,012
17	8,049	8,065	+ 0,016
18	8,708	8,682	— 0,026
19	9,278	9,363	+ 0,085
20	10,004	10,081	+ 0,077
21	10,860	10,846	— 0,014
25	14,323	14,446	+ 0,123
30	20,347	20,404	+ 0,057
35	28,593	28,434	— 0,159
40	39,231	39,125	— 0,106
45	54,074	53,194	— 0,880
50	72,801	71,511	— 1,290
55	96,594	95,113	— 1,481
60	126,338	125,234	— 1,104
65	163,879	163,327	— 0,552
70	211,203	211,086	— 0,117
75	268,331	270,477	+ 2,146
80	336,000	343,762	+ 7,762

ie Uebereinstimmung zwischen den beobachteten und berechneten ößen innerhalb der Gränzen, in denen die Messungen angestellt rden sind, ist so, daß man den Ausdruck als ziemlich der Na- entsprechend ansehen darf. Für Temperaturen über 80° ge- gt übrigens die Formel nicht mehr; benutzt man die neueren ssungen der pariser Academie, so werden die Constanten des

Ausdruckes etwas geändert, die Uebereinſtimmung in höhern Temperaturen wird freilich etwas größer, aber auch dadurch erhält man keinen Ausdruck, welcher den Meſſungen in niedrigen und hohen Temperaturen mit gleicher Vollſtändigkeit genügt. Ohne hier in eine weitere Erörterung des Gegenſtandes einzugehen, genüge hier nur die Bemerkung, daß bei der gedachten Hypotheſe eine Forderung gemacht wird, welche durch die Beobachtungen nicht beſtätigt wird. Die urſprüngliche Geſtalt des Ausdruckes iſt nämlich

$$E = \mu\alpha\,(1+At)\;e^{\frac{-\gamma}{(1+At)^m}}$$

wo α, μ, γ, m conſtante durch die Verſuche näher zu beſtimmende Größen ſind, während e die Baſis der natürlichen Logarithmen, A den Coefficienten für die Ausdehnung der Luft durch die Wärme von 1° R. $= \left(\frac{1}{213{,}33}\right)$ bezeichnet. Wird hier $m = 1$ geſetzt, ſo ergiebt ſich der obige Ausdruck, es ſcheint aber, daß er etwas größer als 1 und etwas größer als 2 ſey.

So einfach auch die Berechnung der Expanſivkraft der Dämpfe nach dieſer Formel iſt, ſo iſt es doch eine beſchwerliche und viel Zeit erfordernde Arbeit, ſobald man eine große Zahl der Beobachtungen zu vergleichen hat. Ich gebe deshalb in folgender Tafel die Elaſticität des Dampfes in Pariſer Linien und für Grade des hundertheiligen Thermometers für jedes Zehntel eines Grades von -35° bis 35°.

t	0°	0°,9	t
—34° C	0‴,13	0‴,13	—34° C
—33	0,15	0,14	—33
—32	0,16	0,15	—32
—31	0,18	0,16	—31
—30	0,19	0,18	—30
—29	0,21	0,19	—29
—28	0,23	0,21	—28
—27	0,25	0,23	—27
—26	0,27	0,25	—26
—25	0,30	0,28	—25
—24	0,32	0,30	—24
—23	0,35	0,33	—23
—22	0,38	0,35	—22
—21	0,41	0,38	—21
—20	0,45	0,42	—20
—19	0,49	0,45	—19
—18	0,53	0,49	—18
—17	0,57	0,53	—17
—16	0,62	0,58	—16
—15	0,67	0,62	—15
—14	0,72	0,67	—14
—13	0,78	0,73	—13
—12	0,84	0,79	—12
—11	0,91	0,85	—11
—10	0,98	0,92	—10
— 9	1,06	0,99	— 9
— 8	1,14	1,07	— 8
— 7	1,23	1,15	— 7
— 6	1,32	1,24	— 6
— 5	1,42	1,33	— 5
— 4	1,53	1,43	— 4
— 3	1,64	1,54	— 3
— 2	1,76	1,66	— 2
— 1	1,89	1,78	— 1
— 0	2,03	1,91	— 0

0°,5	0°,6	0°,7	0°,8	0°,9	t
2‴,10	2‴,12	2‴,13	2‴,15	2‴,16	0° C
2,26	2,27	2,29	2,30	2,32	1
2,41	2,43	2,45	2,46	2,48	2
2,59	2,60	2,62	2,64	2,66	3
2,77	2,79	2,80	2,82	2,84	4
2,96	2,98	3,00	3,02	3,04	5
3,16	3,19	3,21	3,23	3,25	6
3,38	3,41	3,43	3,45	3,47	7
3,61	3,64	3,66	3,69	3,71	8
3,86	3,88	3,91	3,94	3,96	9
4,12	4,15	4,17	4,20	4,23	10
4,39	4,42	4,45	4,48	4,51	11
4,68	4,71	4,75	4,78	4,81	12
4,99	5,03	5,06	5,09	5,12	13
5,32	5,35	5,39	5,42	5,46	14
5,67	5,70	5,74	5,77	5,81	15
6,03	6,07	6,11	6,14	6,18	16
6,41	6,46	6,50	6,54	6,58	17
6,82	6,87	6,91	6,95	6,99	18
7,25	7,30	7,34	7,39	7,43	19
7,71	7,76	7,80	7,85	7,90	20
8,19	8,24	8,29	8,34	8,39	21
8,68	8,74	8,79	8,85	8,90	22
9,23	9,28	9,34	9,39	9,45	23
9,79	9,85	9,90	9,96	10,02	24
10,38	10,44	10,50	10,57	10,63	25
11,00	11,07	11,13	11,20	11,26	26
11,66	11,73	11,79	11,87	11,93	27
12,35	12,42	12,50	12,57	12,64	28
13,08	13,16	13,23	13,31	13,38	29
13,84	13,92	14,00	14,08	14,16	30
14,65	14,73	14,82	14,90	14,98	31
15,50	15,58	15,67	15,76	15,85	32
16,38	16,47	16,57	16,66	16,75	33
17,32	17,41	17,51	17,61	17,70	34

Diese Tafel zeigt uns aufs Entschiedendste den wichtigen Unterschied zwischen den Gasen und Dämpfen. Während bei jenen die Elasticität für gleiche Incremente der Wärme um gleiche Größen wächst, bemerken wir bei den Dämpfen eine weit schnellere Zunahme. Sperren wir z. B. in einer Barometerröhre eine Luftmasse ab, welche auf das Queckſilber bei einer Temperatur von 0° einen Druck von 2‴,08 ausübt, und erwärmen dann diese Luftmasse bis 10° C, so wird jetzt nach den Messungen von Lambert und Gay-Lussac die Elasticität 2‴,11; wenn aber noch stets tropfbar flüssiges Wasser vorhanden ist, aus welchem sich neue Dämpfe entwickeln können, so nimmt die Elasticität des Dampfes weit schneller zu, denn sie erreicht bei 10° C die Größe von 3‴,99, also fast das Doppelte des Obigen.

Aber es zeigt sich noch ein anderer sehr wichtiger Unterschied zwischen Dämpfen und zwischen trockenen Gasen. Gas läßt sich zwar durch eine größere Kraft in einen kleineren Raum zusammendrängen, nach dem Gesetze von Mariotte wächst seine Elasticität in demselben Verhältnisse, in welchem das Volumen kleiner wird. Wenn wir aber Dämpfe nebst tropfbarem Wasser in der Torricelliſchen Leere absperren, so daß sich stets so viel Dämpfe entwickeln können, als der Raum fassen kann, dann können wir das Volumen beliebig vermindern, die Expansivkraft bleibt stets dieselbe. Ein Theil der Dämpfe kann nicht mehr als Dämpfe in diesem Raume existiren, sie schlagen sich nieder und verwandeln sich in tropfbares Wasser. Gesetzt, man vermindere den Raum, welcher mit Dämpfen gesättigt ist, d. h. welcher so viel Dämpfe enthält, als er bei der gegebenen Temperatur nur fassen kann, plötzlich um die Hälfte, so schlägt sich eine Hälfte des Dampfes als tropfbares Wasser nieder, während die andere Hälfte noch im elastiſchen Zustande bleibt und dieselbe Spannkraft behält; so wie jedoch der Raum wieder vergrößert wird, entwickeln sich aufs Neue Dämpfe [11]).

Nur in einem Falle folgen die Dämpfe dem Gesetze von Mariotte. Man bringe so wenig Wasser in den luftleeren Raum, daß derselbe sich nicht mit Dämpfen sättigen kann. Die Temperatur betrage 20°; ist dabei der Raum gesättigt, so beträgt

11) Dalton in Gilbert's Annalen XV, 20.

die Elasticität 7‴,48; es sey aber nur so wenig Wasser vorhanden, daß, nachdem sich alles in Dampf verwandelt hat, der Druck nur 2‴ betrage. Vermindern wir nun das Volumen des Dampfes auf die Hälfte, so beträgt die Elasticität 4‴, gerade so wie es bei trockener Luft der Fall seyn würde; dieses geschieht so lange, bis die aus dem Mariotte'schen Gesetze folgende Elasticität gleich dem Drucke des Dampfes bei dieser Temperatur ist; wird der Dampf dann noch weiter comprimirt, so bleibt die Elasticität unverändert. Hätten wir also das Volumen des Dampfes im obigen Falle auf das Viertel des ursprünglichen reducirt, so würde er nach dem Mariotte'schen Gesetze eine Elasticität von 8‴ erhalten haben; die Erfahrung zeigt aber nur 7‴,48, es hat sich ein Theil des Dampfes niedergeschlagen.

Wenn der Raum nicht mit Dämpfen gesättigt ist, dann folgt derselbe auch den gewöhnlichen Gesetzen für die Ausdehnung der Gase. Bezeichnen wir das Volumen irgend einer Gasart bei der Temperatur des thauenden Eises mit V, das bei der Temperatur von t° mit V′, so ist nach den Versuchen von Gay-Lussac [12])

$$V' = V(1 + 0{,}00375\,t).$$

Jedoch auch hier gilt dieses bei der Erkaltung nur so lange, bis die Elasticität gleich der ist, welche der Dampf im Zustande der Sättigung bei dieser Temperatur hat. Fahren wir dann mit der Depression der Wärme weiter fort, so schlägt sich stets so lange ein Theil des Dampfes nieder, bis die Expansivkraft des Ueberrestes gleich der des Dampfes bei dieser Temperatur ist. Gesetzt, man erkalte in unserem Beispiele den Dampf bis 0°, so würde die Elasticität 3‴,72 betragen; aber Dampf von diesem Drucke kann bei 0° nicht existiren, es schlägt sich ein Theil nieder und der Ueberschuß behält die Elasticität von 2‴,03 [13]).

Aeltere Physiker, welche ihre Versuche über die Verdunstung stets in freier Atmosphäre anstellten, glaubten, daß die Verdunstung in einer Art von Auflösung bestehe. Gerade so wie die Theilchen eines Salzes, welches vom Wasser aufgelöst wird,

12) Gay-Lussac in Gilbert's Annalen XII, 255.

13) Gay-Lussac l. l. de Luc Idées I, 263. §. 8.

ich in den Zwischenräumen von diesem befinden, so sollte der Wasserdampf zwischen den Theilen der atmosphärischen Luft enthalten seyn. Gegen diese Ansicht, welche wir in den meisten Schriften des vorigen Jahrhunderts antreffen, sprechen indessen mehrere Versuche. Nach dieser Theorie war es wahrscheinlich, daß verschiedene Luftarten auch eine verschiedene auflösende Kraft auf das Wasser äußerten; zugleich aber folgte daraus, daß im luftleeren Raume keine Dämpfe existiren könnten, weil hier ja kein Mittel vorhanden war, in welchem diese Auflösung möglich wäre. Als daher Wallerius und mehrere andere Physiker gefunden hatten, daß sich auch im luftleeren Raume Dämpfe bilden könnten, so waren sie nicht wenig über dieses den herrschenden Ansichten widersprechende Phänomen erstaunt. Wallerius folgerte daher aus seinen Versuchen, daß bei der Bildung der Dämpfe eine abstoßende Kraft wirken müsse [14]).

Das Wesen dieser abstoßenden Kraft, deren Existenz Wallerius mehr geahnet als deutlich erkannt hatte, wurde erst durch die fast gleichzeitigen Arbeiten von Lavoisier, de Luc, Saussure und Black näher festgestellt. De Luc sah die Dämpfe nur als eine besondere Verbindung der Wärme mit dem Wasser an, ohne irgend eine Auflösung anzunehmen [15]). Schon früher hatte Lavoisier eine solche Verbindung der Elemente mit der Wärme bei allen Gasen vermuthet [16]), und Saussure nahm ebenfalls an, daß der Dampf eine solche Verbindung der Wärme mit den Körpern sey, glaubte jedoch, daß sich diese elastischen Dämpfe dann chemisch mit der Luft verbänden [17]). Erst als Black seine Versuche über die Wärme anstellte, wurde die eigenthümliche Rolle, welche dieses Agens hiebei spielt, näher bestimmt. Wenn wir Wasser in einem offenen Gefäße erwärmen, so steigt seine Temperatur desto mehr, je länger die Hitze einwirkt, es erhält endlich eine Wärme von 100, möge jetzt aber die einwirkende Wärme noch so groß seyn, die Temperatur des Wassers

14) Schwed. Abh. für 1746, IX, 276.

15) de Luc Idées I, 24. §. 2.

16) Mémoires de l'Acad. des Scienc. 1777. p. 420 bei Saussure Hygrometrie S. 217. §. 184.

17) Saussure Hygrometrie S. 224. §. 191.

ſteigt nicht höher, nur entweichen die Dämpfe viel ſchneller, und auch dieſe haben nur eine Temperatur von 100°. Iſt das Gefäß verſchloſſen, können alſo die Dämpfe nicht entweichen, ſo ſind wir im Stande, dem Waſſer eine Wärme mitzutheilen, welche die von 100° viel überſteigt; ſo wie wir aber das Gefäß öffnen, entweicht ein großer Theil des Waſſers in Dampfgeſtalt und die Wärme ſinkt ſehr ſchnell auf 100° herab. Nehmen wir ein Pfund Waſſer, deſſen Temperatur 0° beträgt, und ein Pfund Waſſer von 100°, und mengen dann beide zuſammen, ſo iſt die Wärme der Miſchung genau dem arithmetiſchen Mittel von beiden gleich, ſie beträgt alſo 50°. Hätten wir ein Pfund Waſſer von 100° und neun Pfund Waſſer von 0° genommen, ſo hätte die Miſchung eine Temperatur von $\frac{0+100^{\circ}}{9+1.} = 10^{\circ}$ gehabt. Ganz anders iſt der Erfolg, wenn wir dieſen Verſuch mit Dampf anſtellen. Verwandeln wir ein Pfund Waſſer in Dampf, deſſen Wärme 100 beträgt, und laſſen dieſen in Waſſer von 0° ſtrömen, ſo wird er niedergeſchlagen, aber die Temperatur iſt weit höher, als es bei der Anwendung von tropfbarem Waſſer der Fall iſt; ſtatt daß bei dieſem in dem zuletzt betrachteten Beiſpiele die Wärme der Miſchung nur 10° beträgt, ſteigt ſie nun zu mehr als 50°.

Aus dieſen und ähnlichen Verſuchen folgerte Black [18]), daß die Wärme mit den Theilchen des Waſſers im Dampfe auf eine ſolche Art verbunden ſey, daß ſie nicht auf das Thermometer wirken könne. Erhitzen wir ſiedendes Waſſer in einem offenen Gefäße, ſo ſtrömt zwar noch ſtets Wärme in das Waſſer, aber die Temperatur von dieſem ſteigt nicht, die Wärme verbindet ſich mit dem entweichenden Dampfe, ſie wird dazu verwendet, die Theilchen des Dampfes als ſolche zu conſtituiren, und kann nicht nach außen auf das Thermometer wirken. Deshalb nannte Black dieſelbe gebundene oder latente Wärme, im Gegenſatze der freien Wärme, welche ihr Vorhandenſeyn durch Einwir-

18) Die Lectures on chemistry konnte ich nicht benutzen. Die Theorie ſelbſt iſt in den meiſten Lehrbüchern der Phyſik und Chemie abgehandelt. Ich erwähne beſonders Robison Mech. philos. II, 108. Thomson system of chemistry. 8. London 1820. I, 45. Biot Traité de physique IV, 686. Baumgartner Naturlehre 3te A. S. 424. Muncke in Gehler's Wörterb. II, 287.

ung auf das Thermometer zu erkennen giebt. Wird das Waſſer
i verſchloſſenen Gefäßen erhitzt, ſo kann der Dampf nicht ent-
weichen, er entzieht alſo den umgebenden Körpern nicht einen
heil ihrer Wärme und die Temperatur des Waſſers ſteigt über
00°. Wenn umgekehrt der Dampf niedergeſchlagen wird, ſo
erwandelt er ſich im erſten Momente in tropfbar flüſſiges Waſſer
on 100°, die latente Wärme wird ebenfalls frei und letztere iſt
rſache, daß wir mit einem Pfunde Dampf eine weit größere
Waſſermenge erwärmen können als mit einem Pfunde Waſſer von
erſelben Temperatur.

Die Menge von Wärme, welche auf dieſe Art bei der Ver-
andlung des Waſſers in Dämpfe gebunden wird, läßt ſich durch
n zuletzt genannten Verſuch am einfachſten beſtimmen. Man
ßt durch eine Röhre eine beliebige Menge Waſſerdampf in kal-
s Waſſer ſtrömen und beobachtet, um wie viel die Temperatur
n dieſem ſteigt. Die Menge und Temperatur des Dampfes,
wie die des Waſſers vor und nach dem Verſuche müſſen genau
kannt ſeyn. Soll jedoch der Verſuch ein genaues Reſultat geben,
ſind mancherlei Vorſichtsmaßregeln nöthig. Das Waſſer in
m Kühlgefäße, welches durch den Dampf erwärmt werden ſoll,
rahlt in jedem Momente Wärme aus; je höher nun ſeine Tem-
ratur wird, deſto lebhafter erfolgt dieſe Ausſtrahlung, und jene
igt daher nicht ſo ſehr, als ohne dieſen Umſtand der Fall ſeyn
ürde. Durch eine ſinnreiche Abänderung des Verſuches hat
umford dieſen Uebelſtand vermieden. Er nimmt das Waſ-
: ſo, daß es einige Grade kälter iſt, als das Zimmer; hierauf
ßt er ſo lange Dampf hineinſtrömen, bis ſeine Wärme um die-
be Größe die des Zimmers überſteigt. Dadurch findet eine
llkommene Compenſation Statt, denn eben ſo viel Wärme als
rher von den umgebenden Körpern in das Gefäß ſtrahlte, eben
viel ſtrahlt nun von dieſem zu jenen [19]). Da bei dieſer Ope-
ion auch das Gefäß erwärmt wird, ſo müſſen wir zugleich auf
ſes und auf ſeine Wärmecapacität Rückſicht nehmen.

Iſt nun m die Maſſe, T die Temperatur des Dampfes,
die Maſſe und t die Temperatur des Kühlwaſſers mit Einſchluß
Gefäßes, T' die Temperatur der Miſchung nach dem Ver-

19) Rumford in Gilbert's Annalen XLIV, 12.

ſuche und X die latente Wärme des Waſſerdampfes, ſo hat ſich die Wärme des Waſſers um die Größe $T' - t$ geändert, und es hat letzteres alſo eine Wärmemenge erhalten, die wir durch $M(T' - t)$ bezeichnen wollen. Die Wärme des Dampfes nahm um die Größe $T - T'$ ab; da dieſer Dampf in Waſſer verwandelt wurde, ſo haben wir für die durch ſeine Einwirkung als ſolches erzeugte Wärme die Größe $m(T - T')$; aber dieſer Dampf hatte noch eine Menge latenter Wärme, welche gleich mX war. Da die Wärme, welche der Dampf verlor, gleich der iſt, welche das Waſſer erhielt, ſo wird [20])

$$m(T - T') + mX = M(T' - t)$$

und hieraus folgt

$$X = \frac{M}{m}(T - t) - T + T'$$

In einem Verſuche, welchen Despretz anſtellte [21]), befanden ſich 15956,3 Grammen Waſſer in einem kupfernen Gefäße, welches 3107,3 Grammen wog. Sehen wir die Wärmecapacität des Waſſers als Einheit an, ſo iſt die des Kupfers 0,095; das Gewicht des Gefäßes auf Waſſer reducirt, beträgt 294,88 Gr., und es iſt mithin $M = 15956{,}3 + 294{,}88 = 16251{,}18$ Gr.; ferner war $m = 204{,}8$ Gr., $T = 100°$, $t = 22°$, $T' = 29°{,}58$, und hieraus folgt $X = 530°{,}9$ als latente Wärme des Dampfes von 100°. In zwei anderen Reihen von Verſuchen erhielt er 531° und 540°. Wenig abweichend hievon iſt das Reſultat von Watt, welcher in einer ſorgfältigen Reihe von Verſuchen 527°,8 erhielt [22]). Eben ſo erhielt Southern im Mittel aus drei Verſuchen 525°, oder wenn wir den einen dieſer Verſuche, welcher ein zu kleines Reſultat giebt, weglaſſen, 537°,5 [23]). Nahe dieſelbe Größe, nämlich 537°,2 fand auch Ure bei ſeinen Verſuchen [24]); in der Folge

20) Tredgold on steam engine. 4. London 1827. p. 49. Muncke in Gehler's Wörterbuch II, 290.

21) Despretz Traité p. 101 bei Muncke in Gehler's Wörterbuch II, 290. Annales de chimie XXIV.

22) Robison Mech. phil. IV, 6.

23) Ibid. p. 165.

24) Phil. Trans. for 1818. p. 388.

nderte er diese Größe indessen auf 555°,5 ab [25]). Aus einer
eihe älterer Messungen leitete Schmidt die Größe von 540°
er [26]), in der Folge gab er indessen dem Resultate von Des-
retz den Vorzug [27]). Abweichender von den gegebenen Grö-
en sind die Resultate von Parrot, nach denen sie nur 524°
eträgt [28]), während sie nach Rumford die Größe von 567°,
ach Lavoisier und Laplace die von 555° erreicht [29]). Wir
önnen nach den besseren unter diesen Messungen die latente Wär-
e des Dampfes von 100° nahe zu 535° annehmen; der Dampf
es siedenden Wassers selbst besitzt also theils gebunden theils frei
ine Wärmemenge, welche gleich 635° ist.

Obgleich schon durch diese älteren Versuche erkannt war,
aß die Wärme bei der Verdunstung die Hauptrolle spiele, so
ar man doch noch nicht darüber einig, welchen Einfluß die Luft
ier äußere. Schon Saussure machte darauf aufmerksam,
aß Wasserstoffgas und Kohlensäure genau dieselbe Menge von
Vasserdampf enthielten, als dieselbe Menge atmosphärischer
uft [30]). Zu demselben Resultate kamen auch Clement und
Desormes. Wurden beliebige Gase mit Wasserdampf gesät-
igt und hierauf über geglühtem Chlorkalk getrocknet, so gaben
leiche Volumina dieser Gase stets dieselbe Menge von Wasser ab,
obald sie nur einerlei Temperatur hatten [31]). Ungeachtet der
Einwendungen von Berthollet [32]) überzeugte man sich beson-
ers durch die Versuche Dalton's von der Unrichtigkeit des
uflösungssystems [33]). Dalton fand, daß die Expansivkraft
er Dämpfe bei derselben Temperatur stets gleich sey, mochten
ieselben sich nun in einem luftleeren oder in einem mit beliebigen

25) Ure Handwörterbuch der Chemie, Art. Wärme S. 961.
26) Gren's Neues Journal IV, 312.
27) G. G. Schmidt Handbuch der Naturlehre. 8. Gießen 1826. S. 420.
28) Theoretische Physik II, 54 bei Muncke l. l.
29) Muncke l. l.
30) Saussure Hygrometrie S. 193. §. 168.
31) Gilbert's Annalen XIII, 143.
32) Ibid. p. 145.
33) Ibid. XV, 24.

muß offenbar die Verdunſtung auch nach dem Dalton'ſchen Geſetze viel ſchneller erfolgen, weil in jedem Momente trockene Luftſchichten ankommen, in deren zunächſt liegende Poren der Dampf eindringen kann [37]).

Um die Dichtigkeit des Waſſerdampfes zu finden, bringt man eine gegebene Menge von Waſſer in den luftleeren Raum des Barometers. Nach und nach wird dieſes Waſſer erwärmt, es entwickeln ſich ſtets neue Dämpfe, endlich aber kommt ein Punkt wo alles Waſſer verſchwunden iſt; man lernt dieſen dadurch kennen, daß man den Apparat noch weiter erwärmt und bei beſtimmten Temperaturen die Spannung beobachtet, indem dieſe nämlich eben ſo wächſt als bei trockenen Gaſen. Hiernach iſt man im Stande, die Wärme, bei welcher der Raum kein Waſſer mehr enthielt und eben mit Dämpfen geſättigt war, mit Schärfe zu beſtimmen. Da nun das Volumen des Dampfes und das Gewicht des Waſſers bekannt waren, ſo läßt ſich das Gewicht des Waſſerdampfes bei beliebiger Temperatur und beliebigem Drucke leicht beſtimmen. In einem Verſuche, welchen Sauſſure anſtellte, wog ein Kubikfuß Dampf bei einer Temperatur von 18°,95 11,069 Gran; Dampf von dieſer Wärme hat aber eine Elaſticität von 7‴,01 [38]). Um hieraus das Gewicht bei beliebigen Temperaturen herzuleiten, nehmen wir dieſelben Rechnungen vor, als bei trockenen Gaſen; um jedoch hier einen feſten Punkt zur Vergleichung zu haben, beſtimmt man das Gewicht eines Kubikfußes Dampf bei der Wärme von 100° und einem Drucke von 336‴. Wäre es möglich, den Dampf von 18°,95 Wärme einem Drucke von 336‴ zu unterwerfen, ſo würde ſein Gewicht $\frac{336 . 11{,}069}{7{,}01} = 530{,}54$ betragen; wenn aber dieſer Dampf von 18°,95 bis 100° erwärmt wird, ſo nimmt er ein

37) Kratzenſtein, der ſchon 1744 die Auflöſungstheorie beſtritt und für jene Zeit ſehr gute Anſichten über die Natur der Dämpfe aufſtellte, gab ſchon einen ähnlichen Grund an. Chr. Gottlieb Kratzenſtein Abhandlung von dem Aufſteigen der Dünſte und Dämpfe, welche von der Academie zu Bordeaux den Preiß erhalten. 2te Aufl. 8. Halle 1746. S. 53.

38) Sauſſure Hygrometrie §. 127 giebt 6‴,863; mir ſcheint die oben gegebene Größe richtiger.

größeres Volumen ein; leiten wir daraus das Gewicht eines Kubikfußes her, so erhalten wir 413,34 Gran. Nun wiegt ein Kubikfuß Wasser bei der Temperatur der größten Dichtigkeit 345841,184 pariser Gran; sehen wir diese Größe als Einheit an, so wird die Dichtigkeit des Dampfes 0,0006405.

Verschiedene Physiker haben sich bemüht, diese Größe genau zu bestimmen; die Resultate der Messungen von Schmidt, Sauſſure, Davy, Clement und Desormes, Anderson, Muncke, Gay-Luſſac und Mayer habe ich an einem andern Orte ausführlicher mitgetheilt [39]); in der Folge hat Despretz noch sorgfältigere Messungen angestellt [40]). Nehmen wir das Mittel aus den besseren derselben, so können wir annehmen, daß die Dichtigkeit des Dampfes bei 100° C und einem Drucke von 336‴ nahe 0,0006 sey, und hiernach wiegt ein Kubikfuß Dampf unter den gedachten Umständen 387,21 Gran.

Eine directe Messung der Dichtigkeit des Wasserdampfes ist doch besonders deshalb sehr schwierig, weil man nur mit großer Mühe den Punkt bestimmen kann, bei welchem der Raum eben gesättigt ist. Deshalb scheint die stöchiometrische Herleitung dieser Größe Beachtung zu verdienen. Nun bilden zwei Raumtheile Hydrogen und ein Theil Oxygen, zwei Theile Wasserdampf. Sehen wir die Dichtigkeit der trockenen atmosphärischen Luft als Einheit an, so ist die des Oxygens 1,10394 (S. 42), die des Hydrogens 0,06885 [41]), und hiernach würde die Dichtigkeit des Wasserdampfes 0,62082 seyn. Bei einer Temperatur von 8°,42 und einem Drucke von 0ᵐ,76 (336‴,905) ist aber die Dichtigkeit der Luft 0,00128308 [42]); wird diese Größe auf die Wärme von 100° reducirt, so wird sie 0,00093409 und hiernach die Dichtigkeit des Wasserdampfes unter denselben Umständen 0,000579, und es wiegt mithin ein Kubikfuß Dampf 374,24 Gran. Diese Größe, welche sich von der oben gegebenen nur sehr wenig entfernt, scheint mir den Vorzug zu verdienen. Hätte ich statt der Abwägung des Hydrogens von Dulong und

39) Untersuchungen S. 82.

40) Annales de chimie XXI, 143.

41) Berzelius Chemie I, 188.

42) Biot Traité I, 389.

dann das Mittel dieser 10 Größen genommen, so hätten wir 3‴,07 erhalten, eine Größe, welche offenbar richtiger ist. Bei Arbeiten aber, wo man vieljährige Beobachtungen an mehreren Orten vergleicht, wird sehr viel Zeit erfordert, um zunächst den Druck des Dampfes aufzusuchen, und es ist daher sehr zu wünschen, daß jeder einzelne Beobachter selbst in Zukunft die Resultate seiner Arbeit aufsuche, damit wir endlich in den Stand gesetzt werden, genauere Gesetze über die Menge des Dampfes in verschiedenen Gegenden der Erde anzugeben.

Die Londoner Societät giebt in ihrem Journal die Temperatur der Luft, ohne den Thaupunkt mitzutheilen, dagegen findet sich dabei die Angabe des relativen Feuchtigkeitszustandes, d. h. der Quotient, welchen man erhält, wenn man die wirklich in der Atmosphäre vorhandene Dampfmenge durch diejenige dividirt welche bei der Temperatur der Luft in dieser vorhanden seyn könnte. Den Grund dieser Abänderung sehe ich nicht ein; der künftige Bearbeiter des Journals hat hier im Allgemeinen noch mehr Arbeit, als dann, wenn die Thaupunkte selbst mitgetheilt werden, denn auch hier giebt das arithmetische Mittel der Temperaturen und relativen Feuchtigkeitszustände ein Resultat, welches der Wahrheit nicht ganz entspricht. In unserm Beispiele ist die mittlere Wärme 14°1, der mittlere Feuchtigkeitszustand der Luft 0,611; wird diese Größe mit 5‴,19, dem Drucke des Dampfes bei 14°,1 multiplicirt, so erhalten wir 3‴,17, also etwas zu groß.

Der Apparat von Daniell ist bequem, aber wenn viele Beobachtungen angestellt werden, so wird seine Benutzung durch die Menge verbrauchten Schwefeläthers kostbar. Aber auch abgesehen hiervon führt er mehrere Uebelstände mit sich. Wenn die Luft sehr trocken ist, dann muß man sehr lange warten, ehe sich ein Niederschlag bildet, ja es kann wohl geschehen, daß die Erkaltung nicht so groß wird, daß sich ein Dampfring auf der Kugel zeigt [52]). Bei Nebeln und unter andern Umständen kann es

52) Dieses gilt wenigstens von einem Instrumente nach der Einrichtung von Daniell, wo ich es mehrmals, ungeachtet aller Mühe, nicht zu einem Niederschlage bringen konnte. Ob sich dieses bei andern Einrichtungen des Instruments ebenfalls ereigne, kann ich aus Mangel an Erfahrungen nicht sagen.

Umständen zu bestimmen. Dazu bedient man sich der Hygrometer.

Zu einer Zeit, wo kaum Spuren einer Theorie der Dämpfe vorhanden waren, wendeten die Mitglieder der Florentiner Academie das richtige Princip an, welches der Construction der besseren Hygrometer erst in neueren Zeiten zu Grunde gelegt ist. Würde nämlich die Luft plötzlich erkaltet, so würde sie bei unverändertem Dampfgehalte dem Zustande der Sättigung immer näher kommen und endlich ein Punkt folgen, wo sie eben gesättigt ist. Wird dieser noch überschritten, so findet ein Niederschlag Statt. Kennt man also die Temperatur, bei welcher der Niederschlag sich eben zeigen würde, so ergiebt sich daraus die Elasticität des in der Luft vorhandenen Dampfes. Auf eine bequeme Art wendete dieses Princip zuerst le Roy an. Wasser, welches die Temperatur der Luft hatte, wurde durch Zugießen von kälterem Wasser nach und nach erkaltet, bis sich ein Niederschlag auf der Oberfläche des Glases bildete, und die Temperatur des Wassers sorgfältig gemessen [44]). Die bald darauf bekannt gewordenen Arbeiten von Sauſſure und de Luc und namentlich die Prüfung dieses Verfahrens durch den ersteren [45]) ließen indessen diese Methode in Vergessenheit kommen. In der Folge bediente sich Dalton [46]) desselben sehr häufig, aber obgleich es von Soldner dringend empfohlen wurde [47]), so beachtete es Niemand, bis Daniell im J. 1819 ein Instrument angab, mit welchem sich die Versuche leicht anstellen ließen, und welches den Namen des Daniell'schen Hygrometers erhalten hat.

Ohne hier eine Menge Abänderungen dieses ziemlich theuren Instrumentes mitzutheilen [48]), genüge es, die Vorrichtung von Bohnenberger [49]) anzugeben, welche sich

44) Mémoires de Paris 1751.

45) Sauſſure Hygrometrie S. 377.

46) Gilbert's Annalen XV, 129.

47) Ibid. XXXII, 219.

48) Daniell Meteor. Ess. p. 139. Muncke in Gehler's Wörterb. V, 619 beschreibt die meisten derselben.

49) Naturwissenschaftl. Abhandl. der Ges. in Tübingen II, 164.

durch Einfachheit auszeichnet und genaue Resultate geben soll. Die Kugel eines empfindlichen Thermometers wird mit einer Lage von Musselin überzogen, und über diese ein dünner gläserner Cylinder geschoben, dessen Höhe etwa 1,5 seines Durchmessers beträgt. Damit Kugel und Cylinder sich bei der Erkaltung nicht zu sehr drücken, ist es vortheilhaft, jene mit einigen Lagen Musselin zu umwickeln, ehe sie in diesen geschoben wird. Beim Gebrauche werden einige Tropfen Aether vorsichtig in den Cylinder gegossen. Durch die Verdunstungskälte sinkt das Thermometer, und eben so wie bei dem ursprünglichen Instrumente von Daniell wird die Angabe des Thermometers in dem Momente beobachtet, wie sich der erste Niederschlag zeigt.

Bei den Beobachtungen des Hygrometers verlangt man zwei Dinge zu wissen, nämlich die wirkliche Dampfmenge, d. h. entweder das Gewicht oder die Spannung des in einem Kubikfuße enthaltenen Wasserdampfes; ich will dieses den absoluten Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre nennen; sodann kann aber auch untersucht werden, wie viel Dampf die Atmosphäre noch aufnehmen kann, wenn sie bei der vorhandenen Temperatur gesättigt werden soll, es ist dieses der relative Feuchtigkeitszustand, dessen nähere Kenntniß besonders für die Lehre von den Niederschlägen von Wichtigkeit ist. Die oben für Expansivkraft gegebene Tafel setzt uns in den Stand, beide Größen mit hinreichender Genauigkeit zu bestimmen. Gesetzt, die Temperatur der Luft sey 15°, und der Thaupunkt liege bei 10°, so zeigt die Tafel, daß der Druck der Dampfatmosphäre mit einer Queckſilbersäule von 3‴,99 im Gleichgewichte stehe, woraus sich dann das Gewicht des Wasserdampfes in einem Kubikfuße Luft herleiten läßt; es scheint mir aber zweckmäßiger, stets den Druck des Dampfes unsern Untersuchungen zu Grunde zu legen. Wenn aber die Wärme der Luft 15° beträgt, so kann sie eine Dampfmenge aufnehmen, welche mit einer Queckſilbersäule von 5‴,49 im Gleichgewichte steht, sie kann also noch eine Menge aufnehmen, welche einen Druck von 5‴,49 — 3‴,99 = 1‴,5 ausübt. Um diesen relativen Feuchtigkeitszustand auf eine bequeme Art auszudrücken, ist es am besten, die Dampfmenge, welche die Atmosphäre enthält, als Einheit anzusehen, und die wirklich vorhandene als aliquoten Theil dieser Größe anzugeben. So beträgt dieselbe in unserm Beispiele

$\frac{3,99}{5,49} = 0,75$, d. h. die Dampfmenge, welche sich wirklich in der Atmosphäre befindet, ist nur etwa $\frac{3}{4}$ von derjenigen, welche sie bei einer Wärme von 15° aufnehmen kann.

Bisher sind mit diesem Instrumente nur wenig regelmäßige Beobachtungen angestellt worden. Die einzigen Journale, welche ich kenne, sind die von Daniell selbst in London, von Neuber in Apenrade [50]) und der königlichen Societät in London. Die beiden ersten geben in ihren Journalen die Wärme der Luft und den Thaupunkt. Es ist indessen zu wünschen, daß ein Jeder, welcher Beobachtungen mit diesem Instrumente anstellt und bekannt macht, stets die Dampfmenge bei jeder einzelnen Beobachtung aufsuche und diese mittheile; wollte man das Mittel aus den beobachteten Thaupunkten nehmen und die diesem Mittel entsprechende Expansivkraft aufsuchen, so würde man sich mehr oder weniger von der Wahrheit entfernen. Um die Richtigkeit dieser Behauptung zu zeigen, will ich zehn willkürliche Beobachtungen aus dem Journale von Daniell auswählen (Mai 1820 am Morgen). Dieser fand

Wärme der Luft	Thaupunkt
13°,3	5°,0
14,4	5,6
7,2	5,6
9,4	0,6
10,6	— 1,1
15,0	2,8
16,7	6,1
16,7	11,7
17,8	10,6
20,0	8,9

Nehmen wir das arithmetische Mittel der Thaupunkte, so erhalten wir 5°,6, und diesem entspricht eine Dampfmenge von einem Drucke von 2‴,98. Hätten wir aber in jeder einzelnen Beobachtung den Druck der Dampfatmosphäre aufgesucht und

50) Mitgetheilt in Schumacher's astronomischen Nachrichten in jedem Hefte.

$k = 0{,}837$ [58]). Werden diese Zahlenwerthe in den obigen Ausdruck gesetzt, so wird

$$e = \frac{1+0{,}00080355\,(t-t')}{1+0{,}00156450\,(t-t')} \cdot e' - \frac{0{,}00080358\,(t-t')}{1+0{,}0015645\,(t-t')} \cdot b$$

Der Ausdruck weicht etwas von dem von August gefundenen ab. Indem derselbe bei Bestimmung der Constanten für die Dichtigkeit, latente und specifische Wärme des Dampfes Größen annimmt, welche etwas von den obigen verschieden sind, findet er

$$e = \frac{1+0{,}00077832\,(t-t')}{1+0{,}0015400\,(t-t')} \cdot e' - \frac{0{,}00077832\,(t-t')}{1+0{,}0015400\,(t-t')} \cdot b$$

Es sey der Barometerstand 336‴, $t = 20°$, $t' = 8°$, $e = 3‴{,}50$, und es ist also

$$e = 0{,}991 \,.\, 8‴{,}50 - 3‴{,}18 = 3‴{,}47 - 3‴{,}18 = 0‴29$$

Hier in unserm Beispiele ist $t - t'$ so groß, als in unsern Gegenden selten der Fall ist; dabei ist der Coefficient von e' so wenig von 1 verschieden, daß wir diese Zahl dafür setzen können; eben so können wir den Nenner im Coefficienten von b weglassen. Dann wird

$$e = e' - 0{,}00080358\,(t-t')\,b$$

Durch diese Aenderung werden beide Glieder auf der rechten Seite des Gleichheitszeichens etwas zu groß, bei der Subtraction aber verschwindet dieser Unterschied zum Theil. In unserm Beispiele wird

$$e = 3‴{,}50 - 3‴{,}24 = 0‴{,}26.$$

Bohnenberger hat sich bemüht, die Constanten des Ausdruckes durch directe Beobachtungen zu bestimmen [59]). Zu gleicher Zeit verglich er die Angaben eines Daniell'schen Hygrometers und eines Psychrometers und fand

$$e = e' - \frac{0{,}289\,(t-t')\,.\,b}{324}$$

58) Biot Traité IV, 426. In der ursprünglichen Bestimmung von Laroche ist ein Rechnungsfehler, indem die specifische Wärme des Wasserdampfes nicht 0,847, sondern 0,837 beträgt. Nach den Angaben bei Biot ist die specifische Wärme des Wasserdampfes 3,136, die der Luft als Einheit angesehen; auf Wasser reducirt, also mit 0,2669 multiplicirt, erhalten wir 0,837.

59) Naturwissenschaftl. Abh. II, 162.

wo die Temperatur durch Grade des Réaumurschen Thermometers ausgedrückt ist. Wird dieser Ausdruck etwas umgebildet und die Wärme in Graden des hunderttheiligen Thermometers angegeben, so wird

$$e = e' - 0{,}00071358\ (t - t')\ .\ b$$

Durch eine Reihe eben solcher Beobachtungen fand Bürg [60])

$$e = e' - \frac{0{,}33\ (t - t')\ b}{324}$$

Wird dieser für Grade des Réaumurschen Thermometers geltende Ausdruck umgebildet, so erhalten wir

$$e = e' - 0{,}00081482\ (t - t')\ b\ .$$

Der von mir gegebene Ausdruck liegt also etwa in der Mitte zwischen beiden.

Die oben gegebene Gleichung gilt indessen nur für flüssiges Wasser. Ist auf der Oberfläche des feuchten Thermometers eine dünne Eisrinde und verdunstet diese, dann ändern sich die constanten Größen etwas, weil wir noch auf die latente Wärme Rücksicht nehmen müssen, welche das Wasser beim Uebergange in Eis bindet. Nach den Versuchen von Lavoisier ist diese Größe 75° [61]) und der Werth von λ wird 610°. Setzen wir diesen in den allgemeinen Ausdruck, so erhalten wir nach Anbringung der Abkürzungen

$$e = e' - 0{,}00075\ (t - t')\ .\ b\ .$$

So einfach sich auch die Dampfmengen nach diesem Ausdrucke berechnen lassen, so ist doch stets viel Zeit erforderlich, wenn man viele Beobachtungen zu reduciren hat. Ich gebe deshalb in folgender Tafel die Größe des zweiten von e' zu subtrahirenden Gliedes bis zu einer Temperaturdifferenz von 10° von Zehntel zu Zehntel Grad und für Barometerhöhen von 280‴ bis 345‴ von 5 zu 5 Linien.

---

60) Zeitschrift für Mathem. u. Physik IV, 50.

61) Biot Traité IV, 693.

Tafel

zur Herleitung des Dampfgehaltes der Atmosphäre aus den Beobachtungen des Psychrometers, wenn die Temperatur des nassen Thermometers größers als Null ist.

Hunderttheiliges Thermometer.

t — t'	280‴	285‴	290‴	295‴	300‴	305‴	310‴	315‴	320‴	25‴	330‴	335‴	340‴	345‴	t — t'
0°,1	0‴,02	0‴,02	0‴,02	0‴,02	0‴,02	0‴,02	0‴,02	0‴,03	0‴,03	0‴,03	0‴,03	0‴,03	0‴,03	0‴,03	0°,1
0,2	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06	0,2
0,3	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,08	0,3
0,4	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,4
0,5	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,13	0,12	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,5
0,6	0,14	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,16	0,17	0,6
0,7	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,19	0,7
0,8	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,8
0,9	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,9
1,0	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	0,26	0,27	0,27	0,27	0,28	1,0
2,0	0,45	0,46	0,47	0,47	0,48	0,49	0,50	0,51	0,51	0,52	0,53	0,54	0,55	0,55	2,0
3,0	0,68	0,69	0,70	0,71	0,72	0,74	0,75	0,76	0,77	0,78	0,80	0,81	0,82	0,83	3,0
4,0	0,90	0,92	0,93	0,95	0,96	0,98	1,00	1,01	1,03	1,04	1,06	1,08	1,09	1,11	4,0
5,0	1,13	1,15	1,17	1,19	1,21	1,23	1,25	1,27	1,29	1,31	1,33	1,35	1,37	1,39	5,0
6,0	1,35	1,37	1,40	1,42	1,45	1,47	1,49	1,52	1,54	1,57	1,59	1,62	1,64	1,66	6,0
7,0	1,57	1,60	1,63	1,66	1,70	1,72	1,74	1,77	1,80	1,83	1,86	1,88	1,91	1,94	7,0
8,0	1,80	1,83	1,86	1,90	1,94	1,96	1,99	1,02	2,06	2,09	2,12	2,15	2,19	2,22	8,0
9,0	2,03	2,06	2,10	2,14	2,18	2,21	2,24	2,28	2,31	2,35	2,39	2,42	2,46	2,49	9,0
10,0	2,25	2,29	2,33	2,37	2,41	2,45	2,49	2,53	2,57	2,61	2,65	2,69	2,73	2,77	10,0

Tafel

zur Herleitung des Dampfgehaltes der Atmosphäre aus den Beobachtungen des Psychrometers, wenn die Kugel des nassen Thermometers mit Eis überzogen ist.

Hunderttheiliges Thermometer.

t—t'	280‴	285‴	290‴	295‴	300‴	305‴	310‴	315‴	320‴	325‴	330‴	335‴	340‴	345‴	t—t'
0°,1	0‴,02	0‴,02	0‴,02	0‴,02	0‴,02	0‴,02	0‴,02	0‴,02	0‴,02	0‴,02	0‴,02	0‴,03	0‴,03	0‴,03	0°,1
0,2	0,04	0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,2
0,3	0,06	0,06	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,08	0,3
0,4	0,08	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,4
0,5	0,10	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,13	0,13	0,13	0,5
0,6	0,13	0,13	0,13	0,13	0,13	0,14	0,14	0,14	0,14	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,6
0,7	0,15	0,15	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,7
0,8	0,17	0,17	0,17	0,18	0,18	0,18	0,19	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,20	0,21	0,8
0,9	0,19	0,19	0,20	0,20	0,20	0,21	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,23	0,9
1,0	0,21	0,21	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,24	0,24	0,24	0,25	0,25	0,25	0,26	1,0
2,0	0,42	0,43	0,44	0,44	0,45	0,46	0,46	0,47	0,48	0,49	0,49	0,50	0,51	0,52	2,0
3,0	0,63	0,64	0,65	0,66	0,67	0,69	0,70	0,71	0,72	0,73	0,74	0,75	0,76	0,78	3,0
4,0	0,84	0,85	0,87	0,88	0,90	0,92	0,93	0,95	0,96	0,97	0,99	1,00	1,02	1,04	4,0
5,0	1,05	1,07	1,09	1,11	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,27	1,29	5,0
6,0	1,26	1,28	1,31	1,33	1,35	1,37	1,39	1,42	1,44	1,46	1,48	1,51	1,53	1,55	6,0
7,0	1,47	1,50	1,52	1,55	1,57	1,60	1,63	1,65	1,68	1,71	1,73	1,76	1,79	1,81	7,0
8,0	1,68	1,71	1,74	1,77	1,80	1,83	1,86	1,89	1,92	1,95	1,98	2,01	2,04	2,07	8,0
9,0	1,89	1,92	1,96	1,99	2,02	2,06	2,09	2,13	2,16	2,19	2,23	2,26	2,29	2,33	9,0
10,0	2,10	2,14	2,17	2,21	2,25	2,29	2,32	2,36	2,40	2,44	2,47	2,51	2,55	2,59	10,0

Der Gebrauch dieser beiden Tafeln ist im hohen Grade einfach. Gesetzt, die Temperatur der Luft wäre 18°, der Barometerstand 335‴ und das nasse Thermometer stände auf 15°,2; so wird zuerst die Spannung des Dampfes bei 15°,2=5‴,56 in der Tafel für die Expansivkraft des Dampfes aufgesucht; die Differenz zwischen den Angaben beider Thermometer ist 18° — 15°,2 = 2°,8; man sucht daher in der obigen Tafel die beiden zu 0°,8 und 2°,0 gehörigen Größen, welche in der mit 335‴ bezeichneten Verticalspalte stehen; wird ihre Summe 0‴,22 + 0‴,54 = 0‴,76 von 5‴,56 subtrahirt, so giebt die Differenz 4‴,80 den Druck der Dampfatmosphäre zur Zeit der Beobachtung. Diese Rechnungen selbst übrigens sind so einfach, daß man sie bei einiger Uebung sehr leicht im Kopfe vornehmen kann, und eben dieses gilt von der Interpolation wegen der Barometerstände, die zwischen zwei in der Tafel gegebenen liegen.

Aus der gefundenen Expansivkraft des Dampfes ergiebt sich dann sehr einfach der Thaupunkt; man darf nur in der Tafel für die Spannung der Dämpfe nachsehen, welche Temperatur jener gehört.

Die beiden bisher betrachteten Hygrometer sind diejenigen, welche ein hinreichend genaues Resultat geben, und es ist sehr zu wünschen, daß die Beobachter sich in Zukunft stets nur dieser Instrumente bedienen mögen. Aeltere Physiker wendeten dazu gewöhnlich organische Körper an, indem diese das Wasser der Atmosphäre zum Theil absorbiren und dadurch ihre Dimensionen ändern. Unter diesen Hygrometern haben nur zwei eine allgemeinere Aufnahme gefunden, das Haarhygrometer von Sauſſure und das Fiſchbeinhygrometer von de Luc.

Wenn ein Menschenhaar feucht wird, so erhält es eine größere Länge; in einer mit Dampf gesättigten Atmosphäre erreicht diese Dimension ihr Maximum, und ein sorgfältig zubereitetes, nicht zerrissenes Haar behält in dieser stets dieselbe Länge. Bringen wir dieses Haar in eine Luft, welcher durch geglühten Chlorkalk, concentrirte Schwefelsäure oder irgend ein anderes Verfahren ihr Wasser entzogen wird, so zieht sich das Haar immer mehr zusam-

men [63]). Diese Eigenschaft benutzte Sauſſure zu der Construction des nach ihm benannten Hygrometers. Es wird daſſelbe in einen mit Dampf gesättigten Raum gebracht, wozu man am besten die Glocke einer Luftpumpe nimmt, deren Wände etwas angefeuchtet sind und aus welcher die Luft gepumpt wird. Man beobachtet die Länge, welche das Haar erhält, entweder unmittelbar, indem man an dem einen beweglichen Ende des Haares ein Mikrometer befestigt, wie dieses neuerdings Babinet empfohlen hat [64]); oder dadurch, daß man den einen Endpunkt um eine kleine Rolle schlägt, an deren Peripherie sich ein Zeiger befindet, welcher den Stand des Hygrometers auf der Scale angiebt, die in diesem Falle ein Kreisbogen ist, dessen Mittelpunkt mit der beweglichen Axe dieser Rolle zusammenfällt. Hat man diesen Punkt mit Genauigkeit beobachtet, so bringt man das Instrument in völlig trockene Luft, am besten in den luftleeren Raum, in welchem sich geglühter Chlorkalk befindet und aus dem die Luft möglichst schnell ausgepumpt wird. So erhält man zwei Punkte der Scale, den ersten nennt Sauſſure den Punkt der größten Feuchtigkeit und bezeichnet ihn mit 100, den zweiten nennt er den Punkt der größten Trockenheit und bezeichnet ihn mit 0, das Intervall zwischen beiden wird in 100 gleiche Theile getheilt.

Das Instrument giebt uns nur an, ob die Atmosphäre zu einer Zeit dem Zustande der Sättigung näher ist, als zu einer andern. Es bieten sich zwei Wege dar, daraus den Dampfgehalt der Atmosphäre herzuleiten. Man kann nämlich das Hygrometer in einen verschloſſenen Raum bringen, welcher nicht mit Dämpfen gesättigt ist, den Raum nach und nach erkalten, die Bewegung des Hygrometers gegen den Punkt der größten Feuchtigkeit verfolgen und nun die Wärme beobachten, bei welcher das Hygrometer auf 100 steht; würde dann der Stand des Thermometers im Anfange des Verſuches aufgezeichnet, so erhält man die Größe, um welche die Luft bei ihrem jetzigen Dampfgehalte erkaltet werden muß, wenn ein Niederschlag erfolgen soll. Gesetzt, das Thermometer stünde auf 25°, das Hygrometer auf

63) Sauſſure Hygrometrie §. 1 folg.

64) Poggendorff's Annalen II, 77.

80°, ſo würde ſich letzteres bei der Erkaltung gegen 100 bewegen und dieſen Punkt erreichen, wenn die Wärme 10° geſunken iſt, der Thaupunkt alſo bei 15° liegen. Sauſſure hat eine große Reihe von Verſuchen über dieſen Gegenſtand angeſtellt [65] und Winckler aus dieſen Tafeln berechnet, um die Angaben des Hygrometers ſtets auf dieſelbe Normaltemperatur zu reduciren [66]). Ich ſelbſt hielt dieſes Verfahren einſt für das einfachſte, um die Sprache des Inſtrumentes kennen zu lernen [67]). Aber dadurch erhält man ein Reſultat, welches ſich ſehr bedeutend von der Wahrheit entfernt. Wirkte hier nämlich blos der Dampf auf das Inſtrument, ſo könnte man allerdings die Unterſuchung auf dieſe Art anſtellen, aber bei der Erkaltung ändern ſich durch pyrometriſche Einwirkung die Dimenſionen des Rahmens, in welchem das Haar befeſtigt iſt, und von dem letzteren ſelbſt, dergeſtalt, daß wir hier die Wirkungen dreier Urſachen haben. Hierin liegt auch der Grund, daß das Verfahren von le Roi ein ſehr abweichendes Reſultat giebt [68]), und hierin müſſen auch die Differenzen zwiſchen den Verſuchen von Sauſſure und mir geſucht werden, indem der Rahmen an den von jenem benutzten Inſtrumenten aus Meſſing, bei dem meinigen aus Glas beſtand. Aus eben dieſen Gründen iſt aber auch ſehr zu wünſchen, daß die Beobachter ihre Aufzeichnungen nie auf eine beſtimmte Temperatur reduciren, weil ſie ſonſt Zahlen ohne Werth geben [69]).

Sauſſure bemühte ſich, das Gewicht der in einem Kubikfuße bei verſchiedenen Temperaturen enthaltenen Dampfmenge

---

65) Sauſſure Hygrometrie S. 96. §. 186 folg.

66) Winckler Tafel um Hygrometerstände, die bei verschiedenen Wärmegraden beobachtet sind, auf jede beliebige Normal-Temperatur zu reduciren. 4. Halle 1826.

67) Untersuchungen S. VI.

68) Sauſſure Hygrometrie S. 377. §. 333.

69) Allg. Lit. Zeit. für 1828. I, 60. Bei einer ſpäteren Wiederholung der Arbeit mit einem von Meſſing verfertigten Inſtrumente habe ich faſt nahe dieſelben Größen als Sauſſure gefunden, während das unter derſelben Glocke befindliche Hygrometer mit Glasſäulen ſehr bedeutende Differenzen zeigte.

zu bestimmen [70]), aber die directe Lösung dieser Aufgabe ist mit so vielen Schwierigkeiten verbunden, daß wir uns nur hieraus erklären können, weshalb die von ihm gegebene Tafel so wenig der Natur entspricht. Weit sicherer ist es, die Expansivkraft des Dampfes aufzusuchen. Die Spannung des Wasserdampfes im Zustande der Sättigung ist bekannt, das Hygrometer steht in diesem Raume auf 100°; die Dampfmenge werde bei unveränderter Temperatur genau auf die Hälfte gebracht, so wird das Hygrometer sich gegen 0° bewegen; es bleibe nach einiger Zeit bei 72° stehen. Sehen wir also das Hygrometer in der Atmosphäre bei 72°, so dürfen wir annehmen, daß die Luft die Hälfte der Dämpfe enthalte, welche sie bei dieser Temperatur enthalten kann.

Gay-Lussac hat zuerst genaue Versuche hierüber angestellt [71]). Gesetzt, man bringe in einen Raum destillirtes Wasser, so wird sich derselbe mit Dämpfen sättigen und das Hygrometer auf 100° stehen. Die Temperatur betrage etwa 10°, so ist die Spannung des Dampfes bei dieser Temperatur 3‴,99. Diese Größe wollen wir mit 100 bezeichnen. Man bringe jetzt in den leeren Raum irgend eine Lösung eines Salzes, so wird das Wasser zwar dahin streben, den Raum bis zur Sättigung mit Dämpfen zu füllen, aber das Salz übt ebenfalls eine Anziehung auf das Wasser aus und das Hygrometer kommt nicht auf 100. Gesetzt, man hätte eine Lösung von salzsaurem Kalke von einer Dichtigkeit von 1,343 genommen, so würde das Hygrometer bei 71°,0 stehen bleiben. Um die Spannung dieses Dampfes kennen zu lernen, wird dieselbe wie beim reinen Wasserdampfe im luftleeren Raume des Barometers gemessen; es betrage dieselbe 2‴,01; da wir die Spannung des Dampfes im Maximo bei dieser Temperatur mit 100 bezeichneten, so verwandelt sich diese Größe in 50,5. Auf diese Art hat Gay-Lussac bei der Wärme von 10° Versuche mit mehreren Lösungen angestellt und folgende Größen erhalten:

---

70) Saussure Hygrometrie §. 197. §. 171.

71) Biot Traité II, 199.

Löſung	Spannung der Löſungen bei 10°, die des Waſſerdampfes mit 100 bezeichnet	Entſprechende Grade des Haarhygrometers.
Waſſer	100,0	100°,0
Kochſalz	90,6	97,7
desgl.	82,3	92,2
desgl.	75,9	87,4
Chlorkalk	66,0	82,0
desgl.	50,5	71,0
desgl.	37,6	61,3
Schwefelſäure	18,1	33,1
desgl.	12,2	25,3
desgl.	2,4	6,1
desgl.	0,0	0,0

Conſtruirt man eine Curve, bei welcher die Spannungen die Abſciſſen, die entſprechenden Grade des Hygrometers die Ordinaten ſind, ſo hat dieſelbe große Aehnlichkeit mit einer Hyperbel, deren concaver Theil gegen die Axe der Abſciſſen gerichtet iſt, und deren Axe mit der Axe der Abſciſſen einen Winkel von 45° bildet. Von dieſer Hypotheſe ausgehend hat Biot einen Ausdruck aufgeſucht [72]), vermittelſt deſſen ſich die gegenſeitige Abhängigkeit der Spannungen und Hygrometergrade berechnen läßt.

Ganz daſſelbe Verfahren hat Prinſep bei einer Temperatur von etwa 30° (zwiſchen 80° und 90° F.) angewendet [73]). In dem leeren Raume, in welchem ſich die Löſung befand, hingen zwei Hygrometer; das Mittel aus ihren Angaben enthält folgende Tafel:

72) l. l. p. 202.

73) Zeitſchrift für Phyſik und Mathem. II, 89.

men [63]). Diese Eigenschaft benutzte Sauſſure zu der Construction des nach ihm benannten Hygrometers. Es wird dasselbe in einen mit Dampf gesättigten Raum gebracht, wozu man am besten die Glocke einer Luftpumpe nimmt, deren Wände etwas angefeuchtet sind und aus welcher die Luft gepumpt wird. Man beobachtet die Länge, welche das Haar erhält, entweder unmittelbar, indem man an dem einen beweglichen Ende des Haares ein Mikrometer befestigt, wie dieses neuerdings Babinet empfohlen hat [64]); oder dadurch, daß man den einen Endpunkt um eine kleine Rolle schlägt, an deren Peripherie sich ein Zeiger befindet, welcher den Stand des Hygrometers auf der Scale angiebt, die in diesem Falle ein Kreisbogen ist, dessen Mittelpunkt mit der beweglichen Axe dieser Rolle zusammenfällt. Hat man diesen Punkt mit Genauigkeit beobachtet, so bringt man das Instrument in völlig trockene Luft, am besten in den luftleeren Raum, in welchem sich geglühter Chlorkalk befindet und aus dem die Luft möglichst schnell ausgepumpt wird. So erhält man zwei Punkte der Scale, den ersten nennt Sauſſure den Punkt der größten Feuchtigkeit und bezeichnet ihn mit 100, den zweiten nennt er den Punkt der größten Trockenheit und bezeichnet ihn mit 0, das Intervall zwischen beiden wird in 100 gleiche Theile getheilt.

Das Instrument giebt uns nur an, ob die Atmosphäre zu einer Zeit dem Zustande der Sättigung näher ist, als zu einer andern. Es bieten sich zwei Wege dar, daraus den Dampfgehalt der Atmosphäre herzuleiten. Man kann nämlich das Hygrometer in einen verschlossenen Raum bringen, welcher nicht mit Dämpfen gesättigt ist, den Raum nach und nach erkalten, die Bewegung des Hygrometers gegen den Punkt der größten Feuchtigkeit verfolgen und nun die Wärme beobachten, bei welcher das Hygrometer auf 100 steht; würde dann der Stand des Thermometers im Anfange des Versuches aufgezeichnet, so erhält man die Größe, um welche die Luft bei ihrem jetzigen Dampfgehalte erkaltet werden muß, wenn ein Niederschlag erfolgen soll. Gesetzt, das Thermometer stünde auf 25°, das Hygrometer auf

63) Sauſſure Hygrometrie §. 1 folg.

64) Poggendorff's Annalen II, 77.

80°, ſo würde ſich letzteres bei der Erkaltung gegen 100 bewegen und dieſen Punkt erreichen, wenn die Wärme 10° geſunken iſt, der Thaupunkt alſo bei 15° liegen. Sauſſure hat eine große Reihe von Verſuchen über dieſen Gegenſtand angeſtellt [65]) und Winckler aus dieſen Tafeln berechnet, um die Angaben des Hygrometers ſtets auf dieſelbe Normaltemperatur zu reduciren [66]). Ich ſelbſt hielt dieſes Verfahren einſt für das einfachſte, um die Sprache des Inſtrumentes kennen zu lernen [67]). Aber dadurch erhält man ein Reſultat, welches ſich ſehr bedeutend von der Wahrheit entfernt. Wirkte hier nämlich blos der Dampf auf das Inſtrument, ſo könnte man allerdings die Unterſuchung auf dieſe Art anſtellen, aber bei der Erkaltung ändern ſich durch pyrometriſche Einwirkung die Dimenſionen des Rahmens, in welchem das Haar befeſtigt iſt, und von dem letzteren ſelbſt, dergeſtalt, daß wir hier die Wirkungen dreier Urſachen haben. Hierin liegt auch der Grund, daß das Verfahren von le Roi ein ſehr abweichendes Reſultat giebt [68]), und hierin müſſen auch die Differenzen zwiſchen den Verſuchen von Sauſſure und mir geſucht werden, indem der Rahmen an den von jenem benutzten Inſtrumenten aus Meſſing, bei dem meinigen aus Glas beſtand. Aus eben dieſen Gründen iſt aber auch ſehr zu wünſchen, daß die Beobachter ihre Aufzeichnungen nie auf eine beſtimmte Temperatur reduciren, weil ſie ſonſt Zahlen ohne Werth geben [69]).

Sauſſure bemühte ſich, das Gewicht der in einem Kubikfuße bei verſchiedenen Temperaturen enthaltenen Dampfmenge

---

65) Sauſſure Hygrometrie S. 96. §. 186 folg.

66) Winckler Tafel um Hygrometerstände, die bei verschiedenen Wärmegraden beobachtet sind, auf jede beliebige Normal-Temperatur zu reduciren. 4. Halle 1826.

67) Untersuchungen S. VI.

68) Sauſſure Hygrometrie S. 377. §. 333.

69) Allg. Lit. Zeit. für 1828. I, 60. Bei einer ſpäteren Wiederholung der Arbeit mit einem von Meſſing verfertigten Inſtrumente habe ich ſehr nahe dieſelben Größen als Sauſſure gefunden, während das unter derſelben Glocke befindliche Hygrometer mit Glasſäulen ſehr bedeutende Differenzen zeigte.

Größe mit 55,8 und dividiren durch 100, so giebt der Quotient 3‴,89 die Spannung des Dampfes. — Worin übrigens die Differenzen zwischen den Resultaten der beiden Beobachter ihren Grund haben, ob vielleicht Beobachtungsfehler oder ungleiche Temperaturen hier eine Rolle spielen, müssen künftige Untersuchungen zeigen. Glücklicherweise sind die Differenzen zwischen 50° und 100°, also in dem Intervalle, wo sich das Hygrometer gewöhnlich befindet, weniger bedeutend.

Um dieselbe Zeit, wo Sauſſure seine gehaltreichen Untersuchungen anstellte, bemühte sich auch de Luc auf mannigfache Art ein vergleichbares Hygrometer zu verfertigen. Er hielt es fürs beste einen Streifen von Fischbein zu nehmen, welcher senkrecht auf der Richtung der Fasern geschnitten war und welcher über eine Rolle geschlagen wurde, an der sich ein Zeiger befand. Um den Fischbein zu spannen, wurde an ihm eine Spiralfeder befestigt [76]). Den mit 0 bezeichneten Punkt der größten Trockenheit bestimmte de Luc eben so wie Sauſſure, den Punkt der größten Feuchtigkeit (100) aber dadurch, daß er das Instrument in Wasser legte. Die Verfertigung dieses Instrumentes ist noch weit schwieriger als die des Haarhygrometers [77]); eine Theorie desselben besitzen wir noch fast gar nicht, so daß ich bei diesem Instrumente, mit welchem glücklicherweise nicht viel Beobachtungen angestellt sind, nicht länger verweilen will.

Man kann noch eine große Menge anderer organischer Körper zu dieser Untersuchung anwenden. Hanfene Schnüre, Darmsaiten, die Grannen des Hafers und einiger Arten Erodium, Federkiele theils als Säcke zur Aufnahme von Queckſilber, theils als Spiralen geschnitten, die Haut des Frosches, Ratten- und Fischblasen und viele andere Körper sind zu verschiedenen Zeiten empfohlen. Die Zahl dieser Körper ließe sich noch vielfach vermehren, und es dürfte wohl nicht schwer werden, in kurzer Zeit einige Dutzend verschiedener Hygrometer anzugeben, aber sehr ist vor diesem verkehrten Streben, welches längere Zeit Mode ge-

76) de Luc Idées I, 45 folg.

77) Ich besitze von einem Künstler, der sich durch Verfertigung vortrefflicher meteorologischer Instrumente auszeichnet, ein Fischbeinhygrometer, welches durchaus unbrauchbar ist.

worden war, und von dem noch jetzt zuweilen einzelne Nachklänge laut werden, zu warnen. Es ist kein Verdienst um die Wissenschaft, neue Instrumente anzugeben, deren Sprache Niemand kennt, und Beobachtungen mitzutheilen, welche Niemand benützen kann; es ist ein weit größeres Verdienst, Messungen mit Instrumenten anzustellen, deren Angaben constant sind und welche sich im Laufe der Zeit nicht ändern, (ein Vorwurf, von welchem selbst das Haarhygrometer nicht frei zu sprechen ist,) damit wir endlich einmal in den Stand gesetzt werden, den Dampfgehalt der Atmosphäre unter verschiedenen Umständen anzugeben. Zu dieser Untersuchung aber empfehle ich vorzugsweise das Psychrometer; es gewährt bei großer Einfachheit der Beobachtung eine hinreichende Genauigkeit [78]).

Wenn wir den Dampfgehalt der Atmosphäre in verschiedenen Jahreszeiten untersuchen wollen, so müssen wir zunächst den Gang des Hygrometers während des Tages, den relativen und absoluten Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre in einzelnen Stunden kennen. Bis jetzt fehlt es noch ganz an stündlichen Beobachtungen des Hygrometers, und es läßt sich über diesen Gegenstand auch jetzt kaum mehr sagen, als was Sauſſure schon bemerkte [79]). Darnach ist die Luft einige Zeit nach dem Aufgange der Sonne am feuchtesten, und nun rückt das Hygrometer nach und nach gegen den Punkt der größten Trockenheit, bis es diesem etwa eine Stunde, nachdem die größte Tageswärme eingetreten war, am nächsten liegt, worauf das Hygrometer sich wieder bis zum folgenden Morgen zurückbewegt. Aber hier haben wir nur den relativen Feuchtigkeitszustand der Atmosphäre; behielte jedoch die Atmosphäre auch dieselbe Dampfmenge während des Tages, so müßte das Hygrometer nach und nach größere Trockenheit der

78) Beim Psychrometer verschwindet zugleich die Klage über die Kostspieligkeit der Instrumente. Zwei treffliche Thermometer, von — 30° R. bis + 30° R. gehend und jeder Grad in 5 Theile getheilt, deren Scale ganz in eine Glasröhre geschlossen ist, kosten bei Greiner in Berlin 15 Thaler; soviel aber kostet schon ein Haarhygrometer bei den besseren Künstlern, und dann sieht man sich noch genöthigt, mehrere Thaler für ein Thermometer auszugeben.

79) Sauſſure Hygrometrie S. 363. §. 317.

Atmosphäre zeigen. Wenn zugleich der Stand des Thermometers aufgezeichnet ist, dann läßt sich der Dampfgehalt der Atmosphäre leicht berechnen. In Genf ist der Stand beider Instrumente längere Zeit zur Zeit des Sonnenaufganges und um 2 Uhr aufgezeichnet worden; 5jährige Beobachtungen (1819—23) geben folgende Größen.

Monat	Thermometer		Haarhygrometer		Dampfgehalt		
	Aufgang	2 Uhr	Aufgang	2 Uhr	Aufgang	2 Uhr	Mittel
Jan.	— 1°,1	2°,5	92°,4	84°,6	1‴,58	1‴,67	1‴,62
Febr.	0,0	5,6	91,6	74,8	1,71	1,67	1,69
März	2,3	9,5	89,3	70,2	1,86	1,85	1,86
April	5,8	14,8	91,9	65,7	2,47	2,31	2,39
Mai	9,2	19,0	91,8	66,8	3,14	3,03	3,08
Junius	10,7	20,7	91,7	69,9	3,43	3,54	3,48
Julius	13,3	21,4	93,3	69,1	4,43	3,78	4,08
August	12,7	22,4	95,0	69,4	4,24	4,06	4,15
Sept.	10,3	18,9	94,9	72,1	3,61	3,52	3,56
October	6,8	12,7	93,1	78,5	2,76	2,82	2,79
Nov.	3,2	7,5	94,6	77,5	2,15	1,95	2,05
Dec.	0,8	4,1	90,7	82,8	1,77	1,75	1,76

Durchgängig steigt hier das Hygrometer vom Aufgange der Sonne bis zu 2 Uhr; aber während der Stand am Morgen im Laufe des ganzen Jahres einen Unterschied von wenigen Graden zeigt, ändert sich der Stand um 2 Uhr bei weitem mehr; im Sommer befindet sich das Hygrometer um 2 Uhr dem Punkte der größten Trockenheit weit näher als im Winter, dann aber ist auch der Unterschied zwischen den Temperaturen zu beiden Tageszeiten größer. Sollte hieraus der Dampfgehalt hergeleitet werden, so würde erforderlich seyn, eine jede der angestellten Beobachtungen einzeln zu berechnen. Ich habe dieses mit Anwendung von Gay-Lussac's Versuchen nur für die monatlichen Mittel gethan, und so die in der obigen Tafel mitgetheilten Größen erhalten. Hiernach ist der Druck der Dampfatmosphäre zu beiden Tageszeiten nahe gleich, im Mittel des Jahres ist er beim Aufgange der Sonne 2‴,76, um 2ʰ A. 2‴,66, und eben so geben

die meiſten Monate am Abende eine geringere Dampfmenge, als am Morgen.

Da die Verſuche nicht einzeln berechnet wurden, ſo könnte man glauben, daß dieſer Unterſchied ſeinen Grund darin hätte, daß das Mittel der Hygrometer- und Thermometerſtände ein Reſultat giebt, welches von dem wahren mittleren Zuſtande abweicht. Um über dieſen Punkt zu entſcheiden, hat Dove dreijährige Beobachtungen von Daniell mit dem Schwefelätherhygrometer zu London einzeln berechnet und folgende Größen für den Druck der Dampfatmoſphäre erhalten [80]).

Monat	Morgen	Nachmittag	Abend
Januar	2‴,78	2‴,88	2‴,82
Februar	2,90	2,89	2,85
März	3,43	3,42	3,32
April	3,89	3,87	3,77
Mai	4,24	4,21	4,14
Junius	5,03	5,19	4,94
Julius	5,56	5,65	5,15
Auguſt	5,77	5,92	5,67
September	5,36	5,40	5,09
October	4,20	4,27	4,01
November	3,53	3,64	3,49
December	3,20	3,35	3,30

Alſo auch hier ſehen wir, daß der Druck der Dampfatmoſphäre, beſonders in den Sommermonaten am Morgen größer iſt, als ſpäter am Tage. Und eben dieſes beſtätigen 11jährige Beobachtungen von Bouvard zu Paris. Nach dieſen erhalten wir folgende gleichzeitige Stände des Hygrometers und Thermometers.

80) Poggendorff's Annalen XVI, 297. Daniell giebt die Stunden in ſeinem Journale nicht näher an.

Monat	Thermometer				Haarhygrometer			
	9 uhr	Mittag	3 uhr	9 uhr	9 uhr	Mittag	3 uhr	9 uhr
Januar	2°,3	4°,0	4°,2	2°,1	90°	84°	82°	90°
Februar	3,8	6,5	6,9	3,8	89	80	76	88
März	6,7	9,3	9,6	5,9	82	69	66	83
April	11,5	14,1	14,4	9,7	72	60	57	74
Mai	15,1	17,4	17,5	12,8	73	65	63	80
Junius	18,6	20,9	21,2	16,1	70	62	60	78
Julius	20,1	22,3	22,5	17,6	71	63	61	78
Auguſt	21,0	22,6	22,7	17,2	75	65	62	80
Septbr.	16,8	19,7	19,9	15,1	81	69	66	85
October	10,9	14,0	14,5	10,3	89	78	73	90
Novbr.	6,5	9,0	9,2	6,7	89	80	76	88
Decbr.	3,5	5,5	5,7	3,9	91	85	84	90

Hieraus folgt

Monat	Druck der Dampfatmoſphäre			
	9 uhr	Mittag	3 uhr	9 uhr
Januar	1‴,88	1‴,82	1‴,76	1‴,86
Februar	2,03	1,93	1,79	2,01
März	2,09	1,75	1,67	2,01
April	2,19	1,87	1,80	2,03
Mai	2,82	2,62	2,50	2,92
Junius	3,23	3,00	2,89	3,41
Julius	3,61	3,35	3,21	3,75
Auguſt	4,31	3,58	3,34	3,84
September	3,87	3,38	3,19	3,81
October	3,26	2,99	2,71	3,22
November	2,43	2,08	2,08	2,41
December	2,10	2,07	2,04	2,10

Dieſe Beobachtungen zeigen uns alſo genau dieſelbe Abnahme in dem Drucke der Dampfatmoſphäre während des Tages, als die in Genf und London. Schon Sauſſure hat den wahren

81) Sauſſure Hygrometrie S. 364. §. 319.

Grund dieses Phänomenes angegeben [81]), und Dove ist zu demselben Resultate gekommen. Indem nämlich die Atmosphäre während der Nacht erkaltet, kommt sie dem Zustande der Sättigung immer näher, und es bilden sich immer Niederschläge in den niederen Regionen, welche wir unter der Gestalt von Thau und Nebeln wahrnehmen; dadurch entsteht am Boden ein dampfleerer Raum und die Dämpfe sinken aus den obern Schichten herab. Am Morgen verdunstet dieses Wasser, der Druck der Dampfatmosphäre am Boden nimmt zu, und daher tritt das Maximum der Feuchtigkeit erst einige Zeit nach der größten Tageswärme ein. So wie die Wärme größer wird, führen aufsteigende Luftströme die Dämpfe nach oben, und daher nimmt der Dampf am Boden ab, obgleich durch die ununterbrochene Verdunstung stets neue Dämpfe entwickelt werden.

Ist diese Hypothese richtig, so müssen die Aenderungen des Hygrometers selbst unter Voraussetzung gleicher Wärmeänderungen in der Höhe geringer seyn; die absolute Dampfmenge ist am Tage größer als am Morgen und in der Nacht. Sauſſure folgerte dieses bereits aus Erfahrungen, welche er in mäßigen Höhen gemacht hatte [82]), und in der Folge fand er dieses durch Messungen auf dem Montblanc bestätigt, indem hier das Hygrometer am Morgen weiter vom Punkte der Feuchtigkeit entfernt war, als am Tage [83]); eben dieser Meinung sind auch de Luc [84]) und Dove [85]) beigetreten. Die Beobachtungen in dem Kloster auf dem St. Bernhard zeigen auf das entschiedenste diese geringere Bewegung des Hygrometers, und die Zunahme im Drucke des Dampfes während des Tages. Beobachtungen, welche gleichzeitig mit den oben erwähnten in Genf angestellt wurden, gaben folgende Resultate:

---

82) Sauſſure Hygometrie §. 849. S. 401.

83) Sauſſure Reisen IV, 365. §. 1126.

84) de Luc Idées II, 12. §. 545.

85) Poggendorff's Annalen XVI, 297.

Mon.	Thermometer		Hygrometer		Druck des Dampfes		
	Aufgang	2 Uhr	Aufgang	2 Uhr	Aufgang	2 Uhr	Mittel
Jan.	—11°,6	— 6°,4	84°,4	79°,9	0‴,69	0‴,79	0‴,74
Febr.	— 9,2	— 4,7	85,5	76,0	0,75	0,81	0,78
März	— 8,1	— 2,5	87,3	76,8	0,87	0,98	0,93
April	— 4,6	1,5	88,2	78,5	1,11	1,31	1,21
Mai	— 0,8	5,7	87,1	78,9	1,43	1,80	1,61
Jun.	1,3	7,3	85,8	80,0	1,63	1,96	1,80
Jul.	3,3	8,5	85,3	80,8	1,80	2,26	2,03
Aug.	5,2	10,1	86,0	81,2	2,07	2,56	2,32
Sept.	2,2	6,7	86,4	81,0	1,72	2,02	1,87
Oct.	— 2,1	1,2	84,6	81,7	1,22	1,44	1,33
Nov.	— 5,0	— 1,4	86,3	84,1	1,06	1,22	1,14
Dec.	— 5,9	— 4,4	87,9	86,7	0,91	1,01	0,96

Das Hygrometer befolgt hier einen ganz andern Gang als in Genf; es zeigt in allen Monaten beim Aufgange der Sonne eine größere Trockenheit, am Abende dagegen meistens eine größere Feuchtigkeit als in Genf. Freilich sind die Oscillationen des Thermometers auch geringer, daß aber diese nicht allein Ursache dieses abweichenden Ganges sind, das zeigen die daneben stehenden Größen, welche den Druck des Dampfes angeben, indem diese in allen Monaten am Abende größer sind als am Morgen; dieser Unterschied ist im Sommer weit größer als im Winter, indem zu jener Zeit die Wärme der Sonne stärker, der aufsteigende Strom also lebhafter ist.

Um den Gang der Feuchtigkeit während des Jahres zu übersehen, wollen wir denselben Ausdruck anwenden, dessen wir uns bei Bestimmung der Wärmeänderungen bedienten. Für London habe ich die absolute Feuchtigkeit nach den Berechnungen Dove's genommen, bei Bestimmung der relativen Feuchtigkeit habe ich die mittlere Temperatur und den mittleren Thaupunkt in den einzelnen Monaten angewendet. Für Paris habe ich bei Bestimmung beider nur die Messungen um 9 Uhr und 21 Uhr, für Genf und den St. Bernhard die beiden vorhandenen Messungen benutzt. Rechnen wir das Jahr vom 1sten Januar an und be-

zeichnen dann die abſolute Dampfmenge durch E, die relative durch H, dann erhalten wir

London.

$$E_n = 4''',152 + 1,382 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 30^\circ + 241^\circ\, 21'\right\} + 0,212 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 60^\circ + 2^\circ\, 20'\right\}$$

$$H_n = 86^\circ,64 + 9,375 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 30^\circ + 105^\circ\, 43'\right\} + 1,274 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 60^\circ + 34^\circ\, 30'\right\}$$

Paris.

$$E_n = 2''',800 + 1,052 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 30^\circ + 231^\circ\, 4'\right\} + 0,196 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 60^\circ + 349^\circ\, 9'\right\}$$

$$H_n = 65^\circ,95 + 15,09 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 30^\circ + 107^\circ\, 53'\right\} + 0,749 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 60^\circ + 45^\circ\, 29'\right\}$$

Genf.

$$E_n = 2''',708 + 1,261 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 30^\circ + 244^\circ\, 43'\right\} + 0,183 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 60^\circ + 15^\circ\, 31'\right\}$$

$$H_n = 66^\circ,14 + 7,048 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 30^\circ + 120^\circ\, 58'\right\} + 2,652 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 60^\circ + 66^\circ\, 55'\right\}$$

St. Bernhard.

$$E_n = 1''',393 + 0,692 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 30^\circ + 242^\circ\, 48'\right\} + 0,088 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 60^\circ + 20^\circ\, 10'\right\}$$

$$H_n = 68,89 + 1,044 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 30^\circ + 60^\circ\, 27'\right\} + 1,269 \sin\left\{(n + \tfrac{1}{2})\, 60^\circ + 75^\circ\, 10'\right\}$$

Die Dampfmenge, welche in der Atmoſphäre vorhanden iſt, ſteigt in demſelben Verhältniſſe, in welchem die Temperatur größer wird; beide ſind im Januar am kleinſten, im Julius am größten. Suchen wir die Tage auf, an denen die Extreme Statt finden, ſo erhalten wir

	Minimum	Maximum
London	14 Januar	3 Auguſt
Paris	28 Januar	12 Auguſt
Genf	16 Januar	27 Julius
St. Bernhard	21 Januar	28 Julius

Reh

Atmosphäre zeigen. Wenn zugleich der Stand des Thermometers aufgezeichnet ist, dann läßt sich der Dampfgehalt der Atmosphäre leicht berechnen. In Genf ist der Stand beider Instrumente längere Zeit zur Zeit des Sonnenaufganges und um 2 Uhr aufgezeichnet worden; 5jährige Beobachtungen (1819—23) geben folgende Größen.

Monat	Thermometer		Haarhygrometer		Dampfgehalt		
	Aufgang	2 Uhr	Aufgang	2 Uhr	Aufgang	2 Uhr	Mittel
Jan.	— 1°,1	2°,5	92°,4	84°,6	1‴,58	1‴,67	1‴,62
Febr.	0,0	5,6	91,6	74,8	1,71	1,67	1,69
März	2,3	9,5	89,3	70,2	1,86	1,85	1,86
April	5,8	14,8	91,9	65,7	2,47	2,31	2,39
Mai	9,2	19,0	91,8	66,8	3,14	3,03	3,08
Junius	10,7	20,7	91,7	69,9	3,43	3,54	3,48
Julius	13,3	21,4	93,3	69,1	4,43	3,78	4,08
August	12,7	22,4	95,0	69,4	4,24	4,06	4,15
Sept.	10,3	18,9	94,9	72,1	3,61	3,52	3,56
October	6,8	12,7	93,1	78,5	2,76	2,82	2,79
Nov.	3,2	7,5	94,6	77,5	2,15	1,95	2,05
Dec.	0,8	4,1	90,7	82,8	1,77	1,75	1,76

Durchgängig steigt hier das Hygrometer vom Aufgange der Sonne bis zu 2 Uhr; aber während der Stand am Morgen im Laufe des ganzen Jahres einen Unterschied von wenigen Graden zeigt, ändert sich der Stand um 2 Uhr bei weitem mehr; im Sommer befindet sich das Hygrometer um 2 Uhr dem Punkte der größten Trockenheit weit näher als im Winter, dann aber ist auch der Unterschied zwischen den Temperaturen zu beiden Tageszeiten größer. Sollte hieraus der Dampfgehalt hergeleitet werden, so würde erforderlich seyn, eine jede der angestellten Beobachtungen einzeln zu berechnen. Ich habe dieses mit Anwendung von Gay-Lussac's Versuchen nur für die monatlichen Mittel gethan, und so die in der obigen Tafel mitgetheilten Größen erhalten. Hiernach ist der Druck der Dampfatmosphäre zu beiden Tageszeiten nahe gleich, im Mittel des Jahres ist er beim Aufgange der Sonne 2‴,76, um 2^h A. 2‴,66, und eben so geben

Es ist wahrscheinlich, daß die rela
lute Feuchtigkeit immer mehr abnimmt,
der Küste ins Innere der Continente
es uns durchaus an Beobachtungen, um
Aenderung zu bestimmen [87]). Zwar sch
gen in London und Paris zu bestätigen, ab
daß beide nicht mit denselben Instrumenten
dürfte der Feuchtigkeitszustand in Paris
dem obigen gefunden werden, sobald wir
jeder einzelnen Beobachtung vornähmen.
im Innern der Continente bei derselben Tem
verdunstet, als in der Nähe der Küsten, so g
größere Trockenheit jener Gegenden hervor;
rend eines Tages kein Regen gefallen, so ist d
mit Staub gefüllt [88]), und der Schweiß hat
fläche des Körpers kaum gebildet, so ist
schwunden [89]).

An demselben Orte ist die Elasticität des
allen Jahreszeiten gleich, sondern sie ist viel
unterworfen. Unter den Umständen, welche
spielen, verdienen besonders die Winde genannt zu
früher machte hierauf Sauſſure aufmerksam
Daniell den Thaupunkt seines Hygrometers b
Winden zusammenstellte, zeigte sich eine sehr rege

87) Neuere regelmäßige Hygrometerbeobachtungen von
in Berlin und Hallaſchka in Prag umfassen nur wen
könnten daher noch nicht benutzt werden. Was Schön
rungskunde hierüber zusammengestellt hat, läßt sich n
da wir die Sprache des Hygrometers nicht kennen. D
den vieljährigen Aufzeichnungen eines Lambert'schen Hy
Pl. Heinrich zu Regensburg und vielen anderen Jour
achtungen eines Psychrometers von Plieninger in Stu
ich nicht benutzen, da mir das Correspondenzblatt des
schaftlichen Vereins in Würtemberg, in welchem selbige mitg
den, fehlt.

88) Wahlenberg Flora Carpath. p. XCVIII.

89) Ibid. p. CI.

90) Sauſſure Hygrometrie §. 867.

…haft bei den warmen Südwinden weit … kalten Nordwinden [91]). Späterhin hat … der Atmosphäre aus jeder einzelnen … hergeleitet und dadurch den in folgen… Druck der Dampfatmosphäre bei jedem

	O	SO	S	SW	W	NW
	2‴,18	3‴,01	3‴,56	3‴,62	3‴,24	2‴,72
	4,10	4,83	4,49	4,15	3,88	3,35
	5,49	6,10	6,74	6,13	5,48	4,96
	3,81	4,87	4,90	5,17	4,46	3,84
	3,76	4,66	4,91	4,71	4,27	3,76

…er Dampfatmosphäre ist hier also bei nördlichen …en bei weitem geringer, als bei südlichen und …einzelnen Anomalien zu entfernen, hat Dove …elt, welche sehr nahe der Wahrheit entsprechen. …Grade der Windrose von N durch O bis 360° …daß einem jeden Punkte der Windrose 45° ents… …nen wir den, dem nten Punkte der Windrose ents… …uck der Dampfatmosphäre, E_n, herleiten aus der

$$+u' \sin(n.45+v') + u'' \sin(n.90^\circ+v'')$$

…die Constanten bestimmt, so erhalten wir

$E_n = 2‴,872 + 0,7501 \sin(n.45^\circ + 232^\circ 24') + 0,1338 \sin(n.90^\circ + 81^\circ 32')$

…g: $E_n = 3‴,834 + 0,6719 \sin(n.45^\circ + 274^\circ 2') + 0,1195 \sin(n.90^\circ + 214^\circ 26')$

…er: $E_n = 5‴,527 + 0,9726 \sin(n.45^\circ + 266^\circ 11') + 0,1555 \sin(n.90^\circ + 125^\circ 24')$

…ft: $E_n = 4‴,263 + 0,8601 \sin(n.45^\circ + 254^\circ 51') + 0,0624 \sin(n.90^\circ + 341^\circ 34')$

…r: $E_n = 4‴,130 + 0,7514 \sin(n.45^\circ + 254^\circ 58') + 0,1320 \sin(n.90^\circ + 123^\circ 41')$

…aniell Meteor. Ess. p. 269.
…oggendorff's Annalen XVI, 286.

Es iſt wahrſcheinlich, daß die relative ſowohl als die abſolute Feuchtigkeit immer mehr abnimmt, je weiter wir uns von der Küſte ins Innere der Continente begeben, aber bis jetzt fehlt es uns durchaus an Beobachtungen, um das Quantitative dieſer Aenderung zu beſtimmen [87]). Zwar ſcheinen dieſes die Meſſungen in London und Paris zu beſtätigen, aber wir müſſen erwägen, daß beide nicht mit denſelben Inſtrumenten gefunden ſind, und es dürfte der Feuchtigkeitszuſtand in Paris etwas abweichend von dem obigen gefunden werden, ſobald wir die Berechnung bei jeder einzelnen Beobachtung vornähmen. Da aber das Waſſer im Innern der Continente bei derſelben Temperatur weit ſchneller verdunſtet, als in der Nähe der Küſten, ſo geht hieraus ſchon die größere Trockenheit jener Gegenden hervor; iſt in Ungarn während eines Tages kein Regen gefallen, ſo iſt die ganze Atmoſphäre mit Staub gefüllt [88]), und der Schweiß hat ſich auf der Oberfläche des Körpers kaum gebildet, ſo iſt er auch bereits verſchwunden [89]).

An demſelben Orte iſt die Elaſticität des Dampfes nicht zu allen Jahreszeiten gleich, ſondern ſie iſt vielen Schwankungen unterworfen. Unter den Umſtänden, welche hiebei eine Rolle ſpielen, verdienen beſonders die Winde genannt zu werden. Schon früher machte hierauf Sauſſure aufmerkſam [90]), und indem Daniell den Thaupunkt ſeines Hygrometers bei verſchiedenen Winden zuſammenſtellte, zeigte ſich eine ſehr regelmäßige Aende-

87) Neuere regelmäßige Hygrometerbeobachtungen von Poggendorf in Berlin und Hallaſchka in Prag umfaſſen nur wenige Monate und konnten daher noch nicht benutzt werden. Was Schön in ſeiner Witterungskunde hierüber zuſammengeſtellt hat, läßt ſich nicht gebrauchen, da wir die Sprache des Hygrometers nicht kennen. Daſſelbe gilt von den vieljährigen Aufzeichnungen eines Lambert'ſchen Hygrometers von Pl. Heinrich zu Regensburg und vielen anderen Journalen. Beobachtungen eines Pſychrometers von Plieninger in Stuttgart konnte ich nicht benutzen, da mir das Correſpondenzblatt des landwirthſchaftlichen Vereins in Würtemberg, in welchem ſelbige mitgetheilt werden, fehlt.

88) Wahlenberg Flora Carpath. p. XCVIII.

89) Ibid. p. CI.

90) Sauſſure Hygrometrie §. 867.

ung, indem der Dampfgehalt bei den warmen Südwinden weit größer war, als bei den kalten Nordwinden [91]). Späterhin hat Dove den Dampfgehalt der Atmosphäre aus jeder einzelnen Beobachtung Daniell's hergeleitet und dadurch den in folgender Tafel enthaltenen Druck der Dampfatmosphäre bei jedem Winde erhalten: [92])

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Winter	2‴,43	2‴,22	2‴,18	3‴,04	3‴,56	3‴,62	3‴,24	2‴,72
Frühling	3,22	3,14	4,10	4,33	4,49	4,15	3,88	3,35
Sommer	4,74	4,59	5,49	6,10	6,74	6,13	5,48	4,96
Herbst	3,29	3,78	3,81	4,87	4,90	5,17	4,46	3,84
Jahr	3,56	3,42	3,76	4,66	4,91	4,71	4,27	3,76

Der Druck der Dampfatmosphäre ist hier also bei nördlichen und östlichen Winden bei weitem geringer, als bei südlichen und westlichen; um die einzelnen Anomalien zu entfernen, hat Dove Ausdrücke entwickelt, welche sehr nahe der Wahrheit entsprechen. Rechnen wir die Grade der Windrose von N durch O bis 360° und beachten, daß einem jeden Punkte der Windrose 45° entsprechen, so können wir den, dem nten Punkte der Windrose entsprechenden Druck der Dampfatmosphäre, E_n, herleiten aus der Formel

$$E_n = E + u' \sin(n.45 + v') + u'' \sin(n.90° + v'')$$

Werden hier die Constanten bestimmt, so erhalten wir

Winter: $E_n = 2‴,872 + 0,7501 \sin(n.45° + 232°24') + 0,1338 \sin(n.90° + 81°32')$

Frühling: $E_n = 3‴,834 + 0,6719 \sin(n.45° + 274°2') + 0,1195 \sin(n.90° + 214°26')$

Sommer: $E_n = 5‴,527 + 0,9726 \sin(n.45° + 266°11') + 0,1555 \sin(n.90° + 125°24')$

Herbst: $E_n = 4‴,263 + 0,8601 \sin(n.45° + 254°51') + 0,0624 \sin(n.90° + 341°34')$

Jahr: $E_n = 4‴,130 + 0,7514 \sin(n.45° + 254°58') + 0,1320 \sin(n.90° + 123°41')$

91) Daniell Meteor. Ess. p. 269.

92) Poggendorff's Annalen XVI, 286.

zeichnen dann die abſolute Dampfmenge durch E, die relative durch H, dann erhalten wir

London.

$$E_n = 4''',152 + 1{,}382 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 241^\circ\,21'\right\} + 0{,}212 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 2^\circ\,20'\right\}$$

$$H_n = 86^\circ{,}64 + 9{,}375 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 105^\circ\,43'\right\} + 1{,}274 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 34^\circ\,30'\right\}$$

Paris.

$$E_n = 2''',800 + 1{,}052 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 231^\circ\,4'\right\} + 0{,}196 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 349^\circ\,9'\right\}$$

$$H_n = 65^\circ{,}95 + 15{,}09 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 107^\circ\,53'\right\} + 0{,}749 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 45^\circ\,29'\right\}$$

Genf.

$$E_n = 2''',708 + 1{,}261 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 244^\circ\,43'\right\} + 0{,}183 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 15^\circ\,31'\right\}$$

$$H_n = 66^\circ{,}14 + 7{,}048 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 120^\circ\,58'\right\} + 2{,}652 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 66^\circ\,53'\right\}$$

St. Bernhard.

$$E_n = 1''',393 + 0{,}692 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 242^\circ\,48'\right\} + 0{,}088 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 20^\circ\,10'\right\}$$

$$H_n = 68{,}89 + 1{,}044 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,30^\circ + 60^\circ\,27'\right\} + 1{,}269 \sin\left\{(n+\tfrac{1}{2})\,60^\circ + 75^\circ\,10'\right\}$$

Die Dampfmenge, welche in der Atmoſphäre vorhanden iſt, ſteigt in demſelben Verhältniſſe, in welchem die Temperatur größer wird; beide ſind im Januar am kleinſten, im Julius am größten. Suchen wir die Tage auf, an denen die Extreme Statt finden, ſo erhalten wir

	Minimum	Maximum
London	14 Januar	3 Auguſt
Paris	28 Januar	12 Auguſt
Genf	16 Januar	27 Julius
St. Bernhard	21 Januar	28 Julius

Reh-

ſich im Laufe des Jahres um dieſe Richtung; das Maximum liegt während des Sommers bedeutend öſtlich von Süden. Die im folgenden Abſchnitte zu betrachtenden Temperaturverhältniſſe, ſo wie die Vertheilung des Regens in Europa, werden uns hierüber einigen Aufſchluß geben. Dieſe Abhängigkeit des Dampfgehaltes von der Richtung des Windes iſt ſo groß, daß man meiſtens auf eine Aenderung der Windrichtung rechnen darf, wenn ſich der Thaupunkt am Schwefeläther-Hygrometer ändert [93]).

Auch der relative Feuchtigkeitszuſtand der Atmoſphäre iſt keineswegs bei allen Winden gleich groß; im Durchſchnitte iſt die Luft bei NO Winden weiter vom Zuſtande der Sättigung entfernt, als bei S und SW Winden. Soll jedoch dieſer Zuſammenhang nachgewieſen werden, ſo müßten die Beobachtungen zu Zeiten angeſtellt ſeyn, welche ſo liegen, daß das arithmetiſche Mittel derſelben dem mittleren Feuchtigkeitszuſtande entſpräche. In Paris wird nur bei der Beobachtung am Mittage der Wind aufgezeichnet, wir erhalten alſo dadurch nicht den mittleren Zuſtand der Atmoſphäre. Der Stand des Haarhygrometers iſt hier bei verſchiedenen Winden folgender:

N	71°,4	S	74,7
NO	67,4	SW	74,8
O	67,5	W	72,8
SO	67,6	NW	72,1

Im Allgemeinen erkennt man hier die Richtigkeit des Geſagten, aber künftige Unterſuchungen durch Meſſungen mit guten Inſtrumenten müſſen dieſe Abhängigkeit ſchärfer beſtimmen.

In einzelnen Fällen indeſſen zeigen ſich bedeutende Ausnahmen. So geſchieht es nicht ſelten, daß die Luft bei NO Winden iſt geſättigt, bei SW Winden aber ſehr trocken iſt. Wenn nämlich längere Zeit hindurch Südwinde geweht haben, und der Wind ſchnell nach NO geht, ſo giebt ſich dieſer ſogleich durch eine kältere Temperatur zu erkennen, und die Atmoſphäre kommt dem Zuſtande der Sättigung näher. Ganz etwas Aehnliches gilt vom SW Winde, welcher in unſeren Gegenden zuerſt über einen Theil des Feſtlandes kommt und ſich durch höhere Temperatur

93) Daniell Meteor. Ess. p. 152.

auszeichnet; erſt nach einiger Zeit, wo die Luft vom Meere zurückt, bewegt ſich das Hygrometer gegen den Punkt der Sättigung. Sauſſure erwähnt eine Beobachtung dieſer Art im März 1781 [94]). Das Wetter war längere Zeit hindurch bei NO Winden heiter und trocken geweſen; am 25ſten um 3^h 15′ Abends ſtand das Thermometer auf 15° R., das Haarhygrometer auf 44°; am 26ſten früh ging der Wind nach SW, Nachmittags ſtand das Thermometer auf 19°, das Hygrometer auf 41°; bei unverändertem Winde ſtieg das Hygrometer am 27ſten auf 50°, und am 28ſten regnete es.

Eine Frage, welche die Phyſiker vielfach beſchäftigt hat, betrifft die Aenderung des Feuchtigkeitszuſtandes mit der Höhe; aber ſelbſt Phyſiker, welche Gelegenheit hatten, Beobachtungen anzuſtellen, beſchäftigten ſich mehr mit der Aufſtellung von Hypotheſen, als mit der Unterſuchung ihrer Inſtrumente. Daher iſt es denn jetzt noch nicht möglich, hierüber etwas Genügendes zu ſagen, und es muß das Folgende nur als ein Verſuch angeſehen werden, dieſe Abnahme annähernd zu beſtimmen.

Wäre die Erde nicht mit Luft umgeben und änderte ſich die Temperatur mit der Höhe entweder gar nicht, oder weit langſamer, als es jetzt der Fall iſt, dann würde der Raum zunächſt an der Oberfläche des Bodens ganz mit Dämpfen geſättigt ſeyn, und die Expanſivkraft ließe ſich in jeder Höhe leicht beſtimmen. Ueberſehen wir nämlich zunächſt die Abnahme der Temperatur mit der Höhe, ſo nimmt die Dichtigkeit des Dampfes ganz nach dem Mariotte'ſchen Geſetze ab; iſt dann X der Höhenunterſchied zwiſchen zwei Punkten, δ die Dichtigkeit des Gaſes als Einheit betrachtet, H und h die Länge der Queckſilberſäule, mit welcher der Dampf an der obern und untern Station im Gleichgewichte ſteht, K der Barometerſtand, bei welchem die Abwägung des Gaſes vorgenommen war, und M der Modulus der natürlichen Logarithmen, ſo wird

$$X = \frac{MK}{\delta} \cdot \log \frac{H}{h}$$

94) Sauſſure Hygrometrie S. 367.

ür atmosphärische Luft wird dieses die bekannte Formel fürs
Höhenmessen mit dem Barometer

$$X = 56447 . \log \frac{H}{h}$$

Setze ich in dieselbe die oben gefundene Größe für die Dichtigkeit
es Wasserdampfes, so wird bei Beachtung der Temperaturände-
ung mit der Höhe

$$X = 90923 \log \frac{H}{h} \left(1 + 0{,}00375 \frac{T+t}{2}\right)$$

o T die Temperatur an der untern, t die an der obern Station
ezeichnet. Sind hier H, X, T und t gegeben, so läßt sich
araus sehr leicht h herleiten. Es ist nämlich

$$\log h = \log H - \frac{X}{90923 \left(1 + 0{,}00375 \frac{T+t}{2}\right)}$$

Nach dem Dalton'schen Gesetze verbreitet sich der Dampf mit der
Zeit durch die Poren eines Gases genau auf dieselbe Art als im
uftleeren Raume, und es würde mithin dieser Ausdruck für den
ittleren Zustand der Atmosphäre so lange gelten, als nicht andere
rsachen eine Abweichung von dem Gesetze bedingen. Solche Ursa-
hen aber sind wirklich vorhanden; es kann in den oberen Regionen
er Atmosphäre vermöge der Temperaturabnahme nicht so viel
Dampf in elastischer Gestalt vorhanden seyn, als dieser Ausdruck
ngiebt. Es sey die Temperatur am Boden $T = 20°$, wäre
ie Atmosphäre mit Dampf gesättigt, so wäre seine Expansivkraft
‴,48, die Menge des wirklich vorhandenen Dampfes betrage
ber nur 4‴,00 = H; im Durchschnitte nimmt die Wärme der
tmosphäre um 1° ab, wenn man 600 Fuß in die Höhe steigt,
h will dafür 1000 Fuß annehmen, so ist die Wärme in einer
öhe von 20000 Fuß $t = 0$ und hieraus folgt

$$\log h = 0{,}602060 - 0{,}212015 = 0{,}390045$$

lso $h = 2‴,46$, aber bei einer Wärme von 0° kann die Ex-
ansivkraft des Dampfes nur 2‴,03 betragen, es wird sich also
in Niederschlag bilden und der angenommene Coefficient ist nicht
ichtig.

Nichts desto weniger berechtigen uns alle übrigen Erfahrun-
en, welche wir über die Natur der Dämpfe besitzen, zur An-

nahme, daß auch die Elaſticität des Dampfes in geometriſcher Reihe abnehme, wenn die Höhe in arithmetiſcher wächſt, und daß hier nur ein anderer Coefficient anzuwenden ſey. Um dieſen für den mittleren Zuſtand der Atmoſphäre zu beſtimmen, ſind lange fortgeſetzte Meſſungen an zwei Orten erforderlich, welche einen bedeutenden Unterſchied der Höhe haben; bis jetzt beſitzen wir anhaltende Meſſungen nur in Genf und auf dem St. Bernhard, beide Orte gehören in Beziehung auf die Hydrometeore nicht zu derſelben Gruppe von Klimaten, und es würde zweckmäßiger ſeyn, mit Genf einen Ort am nördlichen Abhange der Alpen und mit dem St. Bernhard einen Punkt in der lombardiſchen Ebene zu vergleichen. Da dieſes aus Mangel an Beobachtungen aber nicht möglich iſt, ſo will ich mich derſelben bedienen, da ſie uns dieſe Größe wenigſtens annähernd geben. Da der Höhenunterſchied zwiſchen beiden Orten 6450 Fuß beträgt, ſo erhalten wir für die Conſtante C

$$C = \frac{6450}{(\log . H - \log h)\left(1 + 0{,}00375 \frac{T+t}{2}\right)}$$

Wenden wir die tägliche mittlere Temperatur und Expanſivkraft des Dampfes an, ſo erhalten wir folgende Größen:

Monat	Genf		St. Bernhard		Werth von C
	T	H	t	h	
Januar	0°,7	1‴62	—9°,0	0‴,74	19255
Februar	2,8	1,69	—7,0	0,78	19356
März	5,9	1,86	—5,6	0,93	21413
April	10,3	2,39	—1,5	1,21	21474
Mai	14,1	3,08	2,4	1,61	22041
Junius	15,7	3,48	4,3	1,80	21715
Julius	17,4	4,08	5,9	2,03	20389
Auguſt	17,6	4,15	7,7	2,32	24443
September	14,6	3,56	4,4	1,87	22266
October	9,7	2,79	—0,4	1,33	19707
November	5,4	2,05	—3,2	1,14	25216
December	2,5	1,76	—5,2	0,96	24632
Jahr					21826

Der Werth von C ist hier das ganze Jahr nahe gleich, zwar scheinen die Beobachtungen in den ersten Monaten des Jahres darauf zu deuten, daß sein Werth im Sommer größer sey, als im Winter, jedoch beweist das Resultat im November und December, daß dieses nicht der Fall sey; wäre der Druck der Dampfatmosphäre im Januar z. B. auf dem Bernhard 0‴,80 gewesen, dann hätte C in diesem Monate denselben Werth gehabt, als im Mittel des Jahres. Wir dürfen daher, so lange bis genauere Beobachtungen uns eines Besseren belehren, annehmen, es sey

$$X = 21826 \log \frac{H}{h} \left(1 + 0{,}00375 \frac{T+t}{2}\right)$$

Ob dieser Ausdruck auch für den mittleren Zustand der Atmosphäre in andern Gegenden gelte, läßt sich aus Mangel an Beobachtungen nicht bestimmen. Für die Cordilleren in Südamerica giebt Humboldt [95]) den mittleren Thermometer- und Hygrometerstand von 1000 zu 1000 Metern an. Nehmen wir an, daß dieser Zustand für die Mitte der gedachten Regionen gelte, und rechnen wir der Einfachheit halber den Meter zu 3 Fuß, so ergeben sich folgende Größen:

Höhe	Temperatur	Haarhygrometer	Dampf	Werth von C
1500 Fuß	25°,3	86°	7‴,28	.....
4500	21,2	80	4,90	16066
7500	18,7	74	3,59	18052
10500	9,0	65	1,53	12485
13500	3,7	54	0,81	12339
16500	3,0	38	0,50	12683

In niederen Höhen weicht der Werth von C, den ich mit Anwendung der unteren Beobachtung für die einzelnen Stationen entwickelt habe, nicht sehr bedeutend von dem für die Schweiz gefundenen ab; denn hätte ich z. B. vermittelst dieses den Druck der Dampfatmosphäre in der Höhe von 7500 Fuß entwickelt, so hätte ich 4‴,06 erhalten, diese Größe würde vollkommen mit der Erfahrung übereingestimmt haben, wenn der mittlere Hygrometerstand in jener Station 78 betragen hätte. Da nun das

95) Humboldt Tableau de la nature p. 97.

aus wenigen Meſſungen hergeleitete Mittel nur um wenige Grade von dieſer Größe abweicht, ſo können wir hier für niedere Regionen nahe daſſelbe Geſetz annehmen, als für höhere Breiten.

Noch beſitzen wir folgende Meſſungen, welche Capitain Sabine zwiſchen den Wendekreiſen mit einem Hygrometer von Daniell anſtellte [96]).

Gegend	Höhe	Thermometer	Thaupunkt	Dampf	Werth von C
Madeira	0	18°,3	12°,2	4‴,60	12571
	2610	9,4	5,3	2,92	
	0	18,6	11,7	4,45	13084
	4170	7,8	1,1	2,21	
	0	17,8	13,3	4,93	12379
	4110	5,6	2,2	2,37	
	0	16,4	14,4	5,29	14077
	5080	2,2	2,2	2,37	

Ort	Höhe	Thermometer	Hygromet.	Dampf	Werth von C
Jamaica	0	28°,1	25°,0	9‴,21	24156
		25,6	22,2		
	3820	20,3	20,3	6,66	
		18,3	15,6		
Aſcenſion	0	28,3	20,0	7,88	40738
		29,2	21,7		
	2085	21,3	19,2	7,12	
		22,2	19,2		

Der Grund für die bedeutenden Differenzen des Werthes von C ſcheint mir in Folgendem zu liegen. Geſetzt, die Atmoſphäre wäre vollkommen trocken, ſo erfolgt die Verdunſtung des Waſſers ſehr ſchnell, der Dampf ſteigt bald nach oben, nimmt aber ſehr ſchnell ab, und C hat daher einen ſehr kleinen Werth. Im Innern großer Continente müſſen die benachbarten Meere den meiſten in der Atmoſphäre befindlichen Dampf hergeben, daher iſt der Coefficient im ſüdlichen America kleiner als in Europa. In der Region der Paſſate kommen in jedem Momente trockene

96) Daniell Meteor. Essays p. 314 folg.

luftschichten aus höheren Breiten, sie nehmen auf der Oberfläche des Meeres zwar bald viel Dampf auf, aber dann steigen sie schnell in die Höhe, um den Rückweg nach den Polen anzutreten. Selbst bei diesem Aufsteigen verlieren sie durch die Niederschläge in der Nähe des Aequators einen Theil ihres Wassers. Daher ist der Coefficient auf Madeira so klein. Wenn aber der Verdunstungsprozeß in der Nähe des Meeres längere Zeit fortdauert, dann wird der Werth von C größer, die Atmosphäre kommt dem Zustande der Sättigung am Boden näher, und es erfolgt ein Niederschlag. Dieses gilt von Jamaica, indem zur Zeit, wo die Beobachtungen angestellt wurden, der Himmel beständig bewölkt war [97]), und wenn ich einigen wenigen eigenen Messungen ein hinreichendes Gewicht geben darf, so zeigt sich eben dieses in Europa. Im Herbste 1829 fand ich den Coefficienten auf dem Kaiserstuhle bei Heidelberg aus fünf beim Auf- und Absteigen des Berges gemachten Beobachtungen mit dem Psychrometer $= 41600$, dabei umzogen Nebel öfter die Spitze des Berges und mehrmals fiel ein feiner Regen. Einige Zeit später fand ich bei Rüdesheim am rechten Rheinufer bei fast heiterem Himmel $C = 22800$; zehn Messungen zwischen Wiesbaden und dem Wurzelberge, die ich an fünf Stationen beim Auf- und Absteigen des Berges bei sehr veränderlichem Wetter anstellte, gaben einen in der Mitte liegenden Werth. Wenn jedoch die feuchte Luft auf ihrem Wege Hindernisse antrifft, dann kann der Dampf sehr langsam abnehmen. Die Dämpfe, welche von dem Passate gegen die Insel Ascension geführt werden, steigen schnell in die oberen Schichten der Atmosphäre und daher ist hier der Coeficient so groß.

Wenn auf diese Art die Dampfatmosphäre eine solche Beschaffenheit erhalten hat, daß in einer gewissen Höhe der Zustand der Sättigung eingetreten ist, dann erfolgt ein Niederschlag, und das Wasser sinkt unter der Gestalt von Tropfen herab. Meistens haben diese eine geringere Temperatur, als die Regionen, durch welche sie fallen: es schlägt sich an ihnen in jedem Momente Dampf nieder, bis endlich die Luft einen großen Theil Wasser

97) Daniell Meteor. Essays. p. 335.

verloren hat und heiterer Himmel folgt, bei welchem der Coefficient C wieder sehr klein wird.

Aus diesen Niederschlägen scheint sich auch die große Trockenheit zu ergeben, welche man öfters in den oberen Regionen der Atmosphäre bemerkt. Sauſſure [99]) und de Luc [100]) machten besonders auf diesen von ihnen auf den Alpen bemerkten Umstand aufmerksam, und es scheint allerdings auffallend, daß hier das Hygrometer dem Punkte der Trockenheit näher ist, als in der Tiefe, da die Dämpfe dort bei ihrer Bewegung einen weit geringeren Widerstand empfinden. Biot [1]) glaubt, daß gerade dieser Widerstand Ursache der größeren Trockenheit sey, indem sich die Dämpfe leichter ausbreiten und also einen größern Raum erfüllen können. Daß jedoch dieser Umstand von geringer Bedeutung ist, folgt schon daraus, daß ja auch unter diesen Umständen mit der Zeit der Raum in denselben Feuchtigkeitszustand kommen müßte, als die Luft am Boden. Es sind auf den Bergen, wo Sauſſure und de Luc ihre Messungen anstellten, die Niederschläge, welche unaufhörlich erfolgen, Ursache der größeren Trockenheit. Im Sommer ist der Boden dort weit kälter als die Luft, da, wo in den höheren Regionen Gletscher vorhanden sind, kann der Unterschied zwischen beiden 10 und mehr Grade betragen; nothwendig wird sich in jedem Momente ein Theil des Dampfes an diesen niederschlagen und die Feuchtigkeit der Atmosphäre geringer werden [2]). Daß aber auch an den nicht mit Eis bedeckten Bergen am kalten Boden sehr viel Dampf niedergeschlagen werde, das beweist die große Feuchtigkeit der Moose auf hohen Bergen [3]). Eben so fand Gay-Luſſac auf seiner aerostatischen Reise eine bedeutende Abnahme der Feuchtigkeit mit der Höhe [4]); jedoch war hiebei die Abnahme des Hygrometerstandes nicht beständig, sondern das Hygrometer zeigte erst abnehmende, dann wieder zunehmende Feuchtigkeit; im Allgemeinen glaubt sich

99) Sauſſure Hygrometrie §. 846. Reisen IV, 865. §. 1125.

100) de Luc Idées II, 9. §. 542 folg.

1) Biot Traité I, 328.

2) Muncke in Gehler's Wörterb. I, 469.

3) Schultes in Gilbert's Annalen XXI, 485 bei Muncke II.

4) Gilbert's Annalen XX, 28.

Gay-Luſſac berechtigt, eine Abnahme des Hygrometerſtan-
es annehmen zu dürfen [5]). Erlaubt wird hiebei jedoch ſtets die
rage ſeyn, ob daſſelbe Verhalten auch noch dem mittleren Zu-
ande der Atmoſphäre gelte, zumal da wenigſtens die oben mit-
etheilten gleichzeitigen Beobachtungen auf dem Bernhard und in
Genf dieſe Abnahme nicht zeigen, die Luft auf dem Bernhard
ogar relativ feuchter iſt, als in Genf.

Ueberraſcht von dieſem Phänomene, über welchem noch man-
hes Dunkel ſchwebt und welches wohl zunächſt eine ſorgfältigere
Prüfung auf experimentalem Wege verdient, ſtellte de Luc ſeine
ekannte hygrologiſche Theorie auf [6]), welche durch die Autorität
ires Urhebers ein großes Anſehen erhielt und in den meiſten
ehrbüchern aus dem Ende des vorigen und dem Anfange dieſes
ahrhunderts vorgetragen wird: die Dämpfe nämlich, welche
naufhörlich in die Höhe ſteigen, verſchwinden als ſolche, indem
e ſich in atmoſphäriſche Luft verwandeln, und daher ſind ſie
it dem Hygrometer nicht zu erkennen. Das Waſſer bildet
ie ponderable Baſis der atmoſphäriſchen Luft, ſo wie aller übri-
en Gaſe; wenn aber dieſe Gaſe zerſetzt werden, dann fällt Regen
erab, indem die atmoſphäriſche Luft wieder in Waſſer verwan-
elt wird. Dieſe Hypotheſe, welche de Luc zu einer Zeit auf-
ellte, wo Prieſtley, Cavendiſh, Lavoiſier und andere
leichzeitige Phyſiker die erſten Unterſuchungen über die Natur der
Gaſe anſtellten, wo ſich zeigte, daß Hydrogen bei der Verbren-
ung in atmoſphäriſcher Luft Waſſer erzeugte und wo nicht immer
ockene Gaſe bei der Unterſuchung angewendet wurden, ſo daß
ch etwas Waſſer nach der Operation zeigte, ſchien um ſo eher
er Natur zu entſprechen, da de Luc durch ſein Hygrometer oft
urze Zeit vor der Bildung der Wolken auf einem Berggipfel
roße Trockenheit an derſelben Stelle gefunden hatte. So allge-
einen Beifall aber dieſe Hypotheſe fand, ſo zeigte ſchon Zylius
i J. 1795 in ſeiner von der Berliner Academie gekrönten Preis-

5) Humboldt Tableau de la nature p. 100. Daß auch in dieſem Falle die Feuchtigkeit in größerer Höhe wieder zunahm, geht daraus hervor, daß Gay-Luſſac noch Wolken über ſich ſah.

6) de Luc Idées II, 41. §. 565.

schrift ihre Unhaltbarkeit[7]), und ungeachtet der derben Kritik d
Schrift durch Lichtenberg[8]) haben alle folgenden Kenn
welche wir über die Natur der Gase und Dämpfe erlangt
ihre Unrichtigkeit bewiesen. Soll die atmosphärische Luft
tropfbares Fluidum verwandelt werden, so kann dieses
nie Wasser seyn, so lange die beiden Bestandtheile der Atm
sich verbinden: es würde in diesem Falle Salpetersäure
Atmosphäre herabstürzen. Der wichtigste Umstand jed
welchen de Luc sich stützte, war die große Trockenhe
ten, wo sich kurze Zeit darauf Wolken bildeten; aber di
achtungen wurden mit einem sehr unvollkommenen In
angestellt, welches im hohen Grade träge ist, so daß m
kein zu großes Gewicht legen dürfen.

Ich will jedoch nicht länger bei dieser Untersuchun
len, zumal da es so sehr an directen Untersuchunge
sondern will jetzt zu den Niederschlägen in der A
übergehen, indem ich unter Niederschlägen alle jene
verstehe, bei denen ein Theil des in der Atmosphäre
Dampfes als elastischer und durchsichtiger T
schwindet. Ich rechne dahin Thau, Nebel, Wolken un

Die Bildung dieser Niederschläge kann durch ma
sachen bedingt werden. Es kann geschehen, daß ein
flüssiger Körper mit einer Luftmasse in Berührung kom
eine mit höherer Temperatur hat, als er selbst; wo
Dampfmenge so beschaffen ist, daß sie im Zustande de
eine größere Wärme haben würde, als dieser Körper,
sich ein Theil des Dampfes unter der Gestalt kleiner
die Oberfläche des Körpers nieder. Dieses ist das P
[illegible] Construction des Schwefeläther-Hygrometers

[illegible] der neuen Theorie des Herrn de Lu
[illegible] daraus abgeleiteten Einwürfe gege
[illegible]orie. 8. Berlin 1795.
[illegible]berg Vertheidigung des Hygrometers und
[illegible]orie vom Regen. 8. Göttingen 1800.
[illegible] hat im zweiten und dritten Abschnitte seiner
[illegible] sehr ausführliche Untersuchungen über diesen G
Seine Resultate weichen zum Theil von den ob

Luftschichten aus höheren Breiten, sie nehmen auf der Oberfläche des Meeres zwar bald viel Dampf auf, aber dann steigen sie schnell in die Höhe, um den Rückweg nach den Polen anzutreten. Selbst bei diesem Aufsteigen verlieren sie durch die Niederschläge in der Nähe des Aequators einen Theil ihres Wassers. Daher ist der Coefficient auf Madeira so klein. Wenn aber der Verdunstungsprozeß in der Nähe des Meeres längere Zeit fortdauert, dann wird der Werth von C größer, die Atmosphäre kommt dem Zustande der Sättigung am Boden näher, und es erfolgt ein Niederschlag. Dieses gilt von Jamaica, indem zur Zeit, wo die Beobachtungen angestellt wurden, der Himmel beständig bewölkt war [97]), und wenn ich einigen wenigen eigenen Messungen ein hinreichendes Gewicht geben darf, so zeigt sich eben dieses in Europa. Im Herbste 1829 fand ich den Coefficienten auf dem Kaiserstuhle bei Heidelberg aus fünf beim Auf- und Absteigen des Berges gemachten Beobachtungen mit dem Psychrometer $= 41600$, dabei umzogen Nebel öfter die Spitze des Berges und mehrmals fiel ein feiner Regen. Einige Zeit später fand ich bei Rüdesheim am rechten Rheinufer bei fast heiterem Himmel $C = 22800$; zehn Messungen zwischen Wiesbaden und dem Wurzelberge, die ich an fünf Stationen beim Auf- und Absteigen des Berges bei sehr veränderlichem Wetter anstellte, gaben einen in der Mitte liegenden Werth. Wenn jedoch die feuchte Luft auf ihrem Wege Hindernisse antrifft, dann kann der Dampf sehr langsam abnehmen. Die Dämpfe, welche von dem Passate gegen die Insel Ascension geführt werden, steigen schnell in die oberen Schichten der Atmosphäre und daher ist hier der Coeficient so groß.

Wenn auf diese Art die Dampfatmosphäre eine solche Beschaffenheit erhalten hat, daß in einer gewissen Höhe der Zustand der Sättigung eingetreten ist, dann erfolgt ein Niederschlag, und das Wasser sinkt unter der Gestalt von Tropfen herab. Meistens haben diese eine geringere Temperatur, als die Regionen, durch welche sie fallen: es schlägt sich an ihnen in jedem Momente Dampf nieder, bis endlich die Luft einen großen Theil Wasser

97) Daniell Meteor. Essays. p. 336.

Dampfmenge, welche zur Sättigung erforderlich ist, während jeder der einzelnen Theile nur 50 enthielt. Hieraus ergeben sich dann manche alltägliche Erscheinungen. Die Luft, welche warmblütige Thiere aushauchen, ist nahe mit Dämpfen gesättigt; wenn diese im Winter in die kalte Luft tritt, dann wird der Dampf sogleich zu einem Nebel niedergeschlagen [11]). Wenn Wasser bis zum Sieden erhitzt wird, so bildet sich über dem Gefäße in der kalten Luft ein Niederschlag. Daher die Nebel über den heißen Quellen und viele andere Phänomene.

Unter den verschiedenen Arten von Niederschlägen will ich mit dem Thau beginnen. Bekanntlich versteht man darunter einen Niederschlag, welcher sich besonders im Sommer an der Oberfläche des Bodens, vorzüglich an Pflanzen während der Nacht in der Gestalt von Tropfen zeigt. Um die Menge des Thaues zu messen, bedient man sich der Thaumesser, Drosometer [12]). Schon Lambert empfahl, man sollte wohl ausgewaschene und lockige Haare der Luft aussetzen und die Gewichtszunahme derselben während einer gegebenen Zeit messen [13]). In der Folge haben mehrere Gelehrte und unter diesen besonders Charles William Wells [14]) dieses Verfahren angewendet; Andere haben Platten von bestimmter Größe aus Körpern genommen, auf denen sich der Thau leicht niederschlug und ihre Gewichtszunahme bestimmt, wie dieses namentlich Wilson bei sei-

nen

11) Hutton l. l. p. 41. de Luc, mit dessen Theorie allerdings diese einfache Erklärung nicht übereinstimmt, meint, que ce phénomène n'appartenoit pas à l'hygrologie, mais à la physiologie (Idées II, 76. §. 585). Als ob die Physiologie auf andern Grundsätzen beruhte, als die Physik! Freilich kann man von den meisten physiologischen Systemen noch dasselbe sagen, was einst Lichtenberg (Schriften VII, 69) von den geologischen Theorieen bemerkte.

12) δρόσος, Thau.

13) Lambert deutscher gelehrter Briefwechsel IV, 216.

14) Well's über den Thau. Aus d. Engl. übers. von Horner. 8. Zürich 1822. Ein Auszug aus dieser klassischen Abhandlung, von welcher der Verfasser von der königl. Gesellschaft in London den Rumfordschen Preis erhielt, befindet sich in den Annales de chimie V, 183—216. Andere wichtige Abhandlungen über den Thau sind die von Ch. M.

n Untersuchungen über den Reif [15]) und in der Folge Flaugergues beim Thau [16]) gethan haben. Doch sind alle diese lessungen nur unter sich comparabel, und da es vorzugsweise rauf ankommt, die Umstände zu bestimmen, unter denen sich r Thau am häufigsten bildet, so dürfte Wolle am bequemsten yn. Wells nahm bei seinen Untersuchungen gewöhnlich Flocken, 0 Gran schwer, welche er in möglichst gleiche, etwa 2 Zoll im urchmesser haltende sphäroidische Massen zupfte und deren Gelichtszunahme er maß.

Die wichtigsten Umstände bei der Bildung dieses Niederlages sind folgende:

1) Der Thau zeigt sich in größerer Menge nur in heiteren indstillen Nächten [17]). Diese Behauptung hat schon Aristoles aufgestellt [18]); dagegen glaubte Musschenbroek [19]), daß h in Holland der Thau vorzüglich dann bilde, wenn ein niedrir Nebel den Boden bedecke, jedoch der Zusatz, daß alle Körper ne Unterschied befeuchtet werden, zeigt, daß die hier entstanen Tropfen vom Nebel herrühren. Allen Erfahrungen von ells zuwider behauptete Prieur [20]), daß stets ein frischer

L. Gersten Dissertatio roris decidui errorem antiquum et vulgarem per obs. et exper. nova excutiens bei seinem Tentam. syst. novi ad mutationes barometri ex natura elateris aërii demonstr. Francof. 1733. 8. Du Fay in den Mém. de Paris 1736. p. 352. le Roy ibid. 1751. p. 481. Hemmer in den pfalzbaierischen Beiträgen 1782. Heft IX. Saussure Hygrometrie §. 320. de Luc Idées II, 97. §. 605. Blackadder in Edinburgh phil. Journ. XI, 51. u. XIV, 81. Harvey ib. IX, 255. Brandes Beiträge S. 386. Ein Programm von Muncke, Sacra Natal. die XXII Nov. 1819 celebrata renunc. G. W. Muncke, ist mir unbekannt; es ist dasselbe gegen die Theorie von Wells gerichtet.

15) Trans of the Soc. of Edinb. I, 155.

16) Schweigger's Jahrb. XII, 249.

17) Wells über den Thau. S. 1. Brandes Beiträge S. 387. de Luc Idées II, 14. §. 547. Saussure Hygrometrie §. 325. Trail in Asiatic Res. II, 426.

18) Aristoteles Meteor. I. c. 10 de Mundo c. 3.

19) Musschenbroek Introductio §. 2344.

20) Journal de l'école polytechn. II, 409.

Dampfmenge, welche zur Sättigung erforderlich ist, während jeder der einzelnen Theile nur 50 enthielt. Hieraus ergeben sich dann manche alltägliche Erscheinungen. Die Luft, welche warmblütige Thiere aushauchen, ist nahe mit Dämpfen gesättigt; wenn diese im Winter in die kalte Luft tritt, dann wird der Dampf sogleich zu einem Nebel niedergeschlagen [11]). Wenn Wasser bis zum Sieden erhitzt wird, so bildet sich über dem Gefäße in der kalten Luft ein Niederschlag. Daher die Nebel über den heißen Quellen und viele andere Phänomene.

Unter den verschiedenen Arten von Niederschlägen will ich mit dem Thau beginnen. Bekanntlich versteht man darunter einen Niederschlag, welcher sich besonders im Sommer an der Oberfläche des Bodens, vorzüglich an Pflanzen während der Nacht in der Gestalt von Tropfen zeigt. Um die Menge des Thaues zu messen, bedient man sich der Thaumesser, Drosometer [12]). Schon Lambert empfahl, man sollte wohl ausgewaschene und lockige Haare der Luft aussetzen und die Gewichtszunahme derselben während einer gegebenen Zeit messen [13]). In der Folge haben mehrere Gelehrte und unter diesen besonders Charles William Wells [14]) dieses Verfahren angewendet; Andere haben Platten von bestimmter Größe aus Körpern genommen, auf denen sich der Thau leicht niederschlug und ihre Gewichtszunahme bestimmt, wie dieses namentlich Wilson bei seinen

11) Hutton l. l. p. 41. de Luc, mit dessen Theorie allerdings diese einfache Erklärung nicht übereinstimmt, meint, que ce phénomène n'appartenoit pas à l'hygrologie, mais à la physiologie (Idées II, 76. §. 585). Als ob die Physiologie auf andern Grundsätzen beruhte, als die Physik! Freilich kann man von den meisten physiologischen Systemen noch dasselbe sagen, was einst Lichtenberg (Schriften VII, 69) von den geologischen Theorieen bemerkte.

12) δρόσος, Thau.

13) Lambert deutscher gelehrter Briefwechsel IV, 216.

14) Wells über den Thau. Aus d. Engl. übers. von Horner. 8. Zürich 1822. Ein Auszug aus dieser klassischen Abhandlung, von welcher der Verfasser von der königl. Gesellschaft in London den Rumfordschen Preis erhielt, befindet sich in den Annales de chimie V, 185—216. Andere wichtige Abhandlungen über den Thau sind die von Ch. M.

nen Untersuchungen über den Reif [15]) und in der Folge Flaugergues beim Thau [16]) gethan haben. Doch sind alle diese Messungen nur unter sich comparabel; und da es vorzugsweise darauf ankommt, die Umstände zu bestimmen, unter denen sich der Thau am häufigsten bildet, so dürfte Wells am bequemsten seyn. Wells nahm bei seinen Untersuchungen gewöhnlich Flocken, 10 Gran schwer, welche er in möglichst gleiche, etwa 2 Zoll im Durchmesser haltende sphäroidische Massen zupfte und deren Gewichtszunahme er maß.

Die wichtigsten Umstände bei der Bildung dieses Niederschlages sind folgende:

1) Der Thau zeigt sich in größerer Menge nur in heiteren windstillen Nächten [17]). Diese Behauptung hat schon Aristoteles aufgestellt [18]); dagegen glaubte Musschenbroek [19]), daß sich in Holland der Thau vorzüglich dann bilde, wenn ein niedriger Nebel den Boden bedecke, jedoch der Zusatz, daß alle Körper ohne Unterschied befeuchtet werden, zeigt, daß die hier entstandenen Tropfen vom Nebel herrühren. Allen Erfahrungen von Wells zuwider behauptete Prieur [20]), daß stets ein frischer

L. Gersten Dissertatio roris decidui errorem antiquum et vulgarem per obs. et exper. nova excutiens bei seinem Tentam. syst. novi ad mutationes barometri ex natura elateris aërii demonstr. Francof. 1733. 8. Du Fay in den Mém. de Paris 1736. p. 352. le Roy ibid. 1751. p. 481. Hemmer in den pfalzbaierischen Beiträgen 1782. Heft IX. Sauſſure Hygrometrie §. 320. de Luc Idées II, 97. §. 605. Blackadder in Edinburgh phil. Journ. XI, 51. u. XIV, 81. Harvey ib. IX, 255. Brandes Beiträge S. 386. Ein Programm von Muncke, Sacra Natal. die XXII Nov. 1819 celebrata renunc. G. W. Muncke, ist mir unbekannt; es ist dasselbe gegen die Theorie von Wells gerichtet.

15) Trans of the Soc. of Edinb. I, 155.

16) Schweigger's Jahrb. XII, 249.

17) Wells über den Thau. S. 1. Brandes Beiträge S. 387. de Luc Idées II, 14. §. 547. Sauſſure Hygrometrie §. 325. Trail in Asiatic Res. II, 426.

18) Aristoteles Meteor. I. c. 10 de Mundo c. 3.

19) Musschenbroek Introductio §. 2344.

20) Journal de l'école polytechn. II, 409.

Wind ein Erforderniß der Thaubildung ſey; nur zuweilen ſcheint ein ſchwacher Luftzug die Bildung des Thaues zu begünſtigen. Wenn der Himmel bewölkt iſt und kein Wind weht, oder der Himmel beim Winde heiter iſt, dann zeigen ſich nur einige Spuren von Thau, nie aber bei trübem und windigem Wetter. Selbſt wenn ſich bei heiterem Himmel ſchon Thau niedergeſchlagen hatte, ſo verſchwindet dieſer in kurzer Zeit, wenn windiges, trübes Wetter folgt [21]), was auch bereits Wilſon beim Reif beobachtet hatte [22]). Wenn dagegen heiteres, windſtilles Wetter dem trüben folgt, dann ſchlägt ſich der Thau ungewöhnlich reichlich nieder [23]).

2) Der Thau ſchlägt ſich vorzugsweiſe an freiſtehenden Körpern nieder; legen wir zwei völlig gleiche Körper auf den Boden, ſpannen aber in der Entfernung von mehreren Fußen über den einen einen Schirm, etwa ein viereckiges Stück Leinwand von mehreren Quadratfuß Oberfläche, ſo ſchlägt ſich auf letzterem entweder gar kein oder nur wenig Thau nieder. Ein Flocken Wolle unter ein dachförmig gebogenes Stück Pappe gelegt, nahm nur 2 Gran Thau auf, während ein anderes frei gegen den Himmel gerichtetes 16 Gran erhielt. Ein anderer Flocken Wolle, in einen oben offenen thönernen Cylinder von 1 Fuß Durchmeſſer und $2\frac{1}{2}$ Fuß Höhe gelegt, zeigte daſſelbe Verhältniß, ein Beweis, daß die Pappe im erſten Falle nicht den Thau aufgefangen hatte [24]). Auf den Straßen der Städte, wo die Häuſer ſtets einen Theil des Himmels verdecken, fällt daher weit weniger Thau, als im Freien.

3) Unter faſt gleichen Umſtänden ſchlägt ſich der Thau an allen Körpern nicht in gleicher Menge nieder. Auf Pflanzen iſt er weit reichlicher, als auf dem feſten Erdboden; lockerer Erdboden wird feuchter, als feſt getretenes Erdreich; Glas wird weit leichter befeuchtet, als die Metalle, wie dieſes bereits Muſſchenbroek bemerkt und Dufay beſtätigt hatte. Es geſchieht wohl

21) Wells über den Thau S. 4.

22) Trans. of the Soc. of Edinburgh I, 169.

23) Wells S. 5.

24) Ebendaſ. S. 9.

daß absichtlich befeuchtete Metalle in Lagen trocken werden, wo andere Körper Thau aufnehmen. Diese Trägheit der Metalle, Thau niederzuschlagen, wird sogar andern Körpern mitgetheilt, wenn diese auf jene gelegt werden; ein Stück Wolle auf einem Metallspiegel liegend wird weit weniger feucht, als auf einem Stück Glas. Wenn aber die Stelle des Metalles auf dem Boden, besonders auf Rasen, öfter gewechselt wird, so schlägt sich der Thau leichter nieder. Dieser Widerstand, welchen die Metalle dem Niederschlage entgegenzusetzen scheinen, ist nicht bei allen gleich groß: so werden Platina, Eisen, Stahl, Zink weit früher bethaut, als Gold, Silber, Kupfer und Zinn. Man könnte allerdings auf den ersten Anblick vermuthen, daß die Metalle eine ungleiche chemische Anziehung zum Wasserdampfe hatten, wie dieses früher le Roy und Sauſſure [25]) geglaubt hatten; aber Wells überzeugte sich durch directe Versuche mit Metallplatten, welche er dem Wasserdampfe aussetzte, daß dieses nicht der Fall sey [26]). Es geht dieses auch daraus hervor, daß selbst der mechanische Zustand der Körper hiebei eine bedeutende Rolle spielt. So werden Holzspäne weit leichter feucht, als ein festes Stück Holz.

4) Aeltere Physiker glaubten, daß der Thau sich vorzüglich am Abend und am Morgen bilde; die Versuche von Wells zeigen, daß dieses nicht richtig sey [27]). Zu welcher Stunde der Nacht auch ein Körper ins Freie gebracht werden möge, stets schlägt sich auf ihm Thau nieder, ja es scheint, als ob die Größe des Niederschlages nach Mitternacht noch größer sey, als vor dieser Zeit. An beschatteten Orten scheint er sich schon am Nachmittage zu bilden, wenn die Wärme der Luft anfängt zu sinken; wenigstens fand Wells, daß das Gras schon einige Stunden vor dem Untergange der Sonne feucht war, obgleich noch keine Tropfen auf demselben zu bemerken waren.

5) Nicht allenthalben auf der Erde bildet sich der Thau in gleicher Menge. Am häufigsten findet man ihn in den Küstengegenden warmer Klimate. In Arabien (offenbar Küste) ist der

25) Sauſſure Hygrometrie §. 107. S. 121.

26) Wells S. 16.

27) Ebendaſ. S. 3.

Thau ſo reichlich, daß die Kleider der Reiſenden davon durchnäßt werden [28]); eben ſo fällt in Suakim am rothen Meere jeder Nacht viel Thau [29]); bei Tor am Golf von Suez iſt der lehmige Boden vom gefallenen Thau in den Morgenſtunden ganz ſchlüpfrig [30]), und in Alexandrien werden die Kleider und Terraſſen ſo naß, als ob es geregnet hätte [31]). Eben ſo häufig iſt derſelbe am perſiſchen Meerbuſen [32]), in Chili [33]), und die Schiffe erkennen die Annäherung an die Küſte Coromandel dadurch, daß ſich Thau niederſchlägt [34]). Dagegen fehlt der Thau faſt gänzlich auf waſſerloſen Ebenen im Innern der Continente, ſo in Braſilien in den Provinzen Bahia, Goyaz, Pernambuco und Ceará [35]); von den Bergen Gilans und Mazanderans bis zum perſiſchen Meerbuſen und von den Gegenden an den Alpenſeen Van und Urmia bis Kaſchmir zeigt ſich im Sommer keine Spur von Thau [36]); auf dem Wege von Aleppo nach Orfah fand Buckingham Ende Mais und Anfang des Junius keinen Thau [37]). Eben dieſes gilt von der Wüſte Nubiens und der Sahara; wie man aber die Nähe des Sees Tſchad erreicht, ſo werden die Kleider ganz durchnäßt [38]). Eben ſolchen Einfluß von Binnenwaſſern erkennt man auch in andern Gegenden, ſo thaut es ſelbſt in Perſien in der Nähe feuchter Niederungen ſehr ſchwach [39]), eben ſo in den Ebenen weſtlich vom Euphrat am Fluſſe ſelbſt [40]).

---

28) Shaw bei Bergmann phyſical. Beſchr. der Erdk. II, 27.

29) Burckhardt Nubia p. 423.

30) Rüppell Reiſen S. 186.

31) Volney Voyage I, 51.

32) Niebuhr Arabien S. 9. Ker Porter Travels II, 123.

33) Molina Naturgeſchichte von Chili S. 17.

34) le Gentil Voyages I, 625.

35) Spix und Martius Reiſe II, 624.

36) Olivier Perſien I, 123 u. 145. Ker Porter Travels II, 68 u. 69.

37) Buckingham Meſopotamien S. 61.

38) Denham Narrative p. 47.

39) Morier Second Journey p. 154.

40) Olivier Perſien II, 225.

in Aegypten am Nile [41]). In den westlichen Gegenden Pensylvaniens thaut es in der Nähe der Seen sehr heftig und stark [42]). Dagegen zeigt sich der Thau auf den niedrigen Corallen-Inseln der Südsee selten oder gar nicht [43]), und auch Schiffe auf dem Oceane werden nur selten feucht [44]).

Ueber die Entstehung des Thaues sind mehrere Hypothesen aufgestellt worden, und namentlich hat darüber längere Zeit ein Streit geherrscht, ob der Thau in die Höhe stiege, oder ob er herabfiele. Schon Aristoteles [45]) verglich den Thau mit einer Art Regen, welcher sich in den untern Regionen der Atmosphäre bildet und herabfällt, wenn die Kälte der Nacht die Dämpfe zu kleinen Tropfen condensirt hat. Diese Ansicht wurde lange Zeit als richtig angesehen, bis Gersten behauptete, daß der Thau in die Höhe steige, was später auch Dufay annahm. Letzterer hing Glasplatten horizontal und in verschiedenen Höhen über dem Boden auf. Hiebei zeigte sich, daß nur die untere Fläche feucht wurde; Platten, die 31′ über dem Boden hingen, wurden fast eine halbe Stunde später feucht, als die in der Nähe der Erde. Jedoch scheint aus den Untersuchungen von Wells zu folgen, daß der eigentliche Thau stets herabfällt. Ein Büschel Wolle auf ein horizontales Brett in einiger Höhe über dem Boden gelegt, also vor dem aufsteigenden Strome geschützt, wurde nach seinen Erfahrungen stärker bethaut, als ein ähnliches frei in der Luft hängendes Stück Wolle.

Die Thatsache, daß Glas sehr leicht, die Metalle dagegen sehr schwer bethauen, war Veranlassung zu einer electrischen Theorie dieses Niederschlages. Schon Dufay machte vor Franklin's Untersuchungen über das Wesen des Blitzes auf den Umstand aufmerksam, daß das Glas ein Isolator, die Metalle dagegen Leiter der Electricität seyen, ohne jedoch hieraus

41) Bruce Reisen III, 713. Pococke Beschreib. des Morgenl. I, 305.

42) Ellicott in Gilbert's Annalen XXXII, 325.

43) Chamisso in Kotzebue Reisen III, 33.

44) J. R. Forster Bemerkungen S. Spix u. Martius Reise I, 58 u. 72.

45) Aristoteles Meteorol. I, 10.

Thau ſo reichlich, daß die Kleider der Reiſenden davon durchnäßt werden [28]); eben ſo fällt in Suakim am rothen Meere jeder Nacht viel Thau [29]); bei Tor am Golf von Suez iſt der lehmige Boden vom gefallenen Thau in den Morgenſtunden ganz ſchlüpfrig [30]), und in Alexandrien werden die Kleider und Teppiche ſo naß, als ob es geregnet hätte [31]). Eben ſo häufig iſt derſelbe am perſiſchen Meerbuſen [32]), in Chili [33]), und die Schiffer erkennen die Annäherung an die Küſte Coromandel dadurch, daß ſich Thau niederſchlägt [34]). Dagegen fehlt der Thau faſt gänzlich auf waſſerloſen Ebenen im Innern der Continente, ſo in Braſilien in den Provinzen Bahia, Goyaz, Pernambuco und Ceará [35]); von den Bergen Gilans und Mazanderans bis zum perſiſchen Meerbuſen und von den Gegenden an den Alpenſeen Van und Urmia bis Kaſchmir zeigt ſich im Sommer keine Spur von Thau [36]); auf dem Wege von Aleppo nach Orfah fand Buckingham Ende Mais und Anfang des Junius keinen Thau [37]). Eben dieſes gilt von der Wüſte Nubiens und der Sahara; wie man aber die Nähe des Sees Tſchad erreicht, ſo werden die Kleider ganz durchnäßt [38]). Eben ſolchen Einfluß von Binnenwaſſern erkennt man auch in andern Gegenden, ſo thaut es ſelbſt in Perſien in der Nähe feuchter Niederungen ſehr ſchwach [39]), eben ſo in den Ebenen weſtlich vom Euphrat am Fluſſe ſelbſt [40]).

---

28) Shaw bei Bergmann phyſical. Beſchr. der Erdk. II, 27.

29) Burckhardt Nubia p. 423.

30) Rüppell Reiſen S. 186.

31) Volney Voyage I, 51.

32) Niebuhr Arabien S. 9. Ker Porter Travels II, 123.

33) Molina Naturgeſchichte von Chili S. 17.

34) le Gentil Voyages I, 625.

35) Spix und Martius Reiſe II, 624.

36) Olivier Perſien I, 123 u. 145. Ker [illegible] els II, [illegible] u. 69.

37) Buckingham Meſopotamien S. 61

38) Denham Narrative p. 47.

39) Morier Second

40) Olivier

in Aegypten am Nile [41]). In den westlichen Gegenden Pensylvaniens thaut es in der Nähe der Seen sehr heftig und stark [42]). Dagegen zeigt sich der Thau auf den niedrigen Corallen-Inseln der Südsee selten oder gar nicht [43]), und auch Schiffe auf dem Oceane werden nur selten feucht [44]).

Ueber die Entstehung des Thaues sind mehrere Hypothesen aufgestellt worden, und namentlich hat darüber längere Zeit ein Streit geherrscht, ob der Thau in die Höhe stiege, oder ob er herabfiele. Schon Aristoteles [45]) verglich den Thau mit einer Art Regen, welcher sich in den untern Regionen der Atmosphäre bildet und herabfällt, wenn die Kälte der Nacht die Dämpfe zu kleinen Tropfen condensirt hat. Diese Ansicht wurde lange Zeit als richtig angesehen, bis Gersten behauptete, daß der Thau in die Höhe steige, was später auch Dufay annahm. Letzterer hing Glasplatten horizontal und in verschiedenen Höhen über dem Boden auf. Hiebei zeigte sich, daß nur die untere Fläche feucht wurde; Platten, die 31′ über dem Boden hingen, wurden fast eine halbe Stunde später feucht, als die in der Nähe der Erde. Jedoch scheint aus den Untersuchungen von Wells zu folgen, daß der eigentliche Thau stets herabfällt. Ein Büschel Wolle auf ein horizontales Brett in einiger Höhe über dem Boden gelegt, also vor dem aufsteigenden Strome geschützt, wurde nach seinen Erfahrungen stärker bethaut, als ein ähnliches frei in der Luft hängendes Stück Wolle.

Die Thatsache, daß Glas sehr leicht, die Metalle dagegen sehr schwer bethauen, war Veranlassung zu einer electrischen Theorie dieses Niederschlages. Schon Dufay machte vor Franklin's Untersuchungen über das Wesen des Blitzes auf den Umstand aufmerksam, daß das Glas ein Isolator, die Metalle dagegen Leiter der Electricität seyen, ohne jedoch hieraus

41) Bruce Reisen III, 713. Pococke Beschreib. des Morgenl. I, 305.

42) Ellicott in Gilbert's Annalen XXXII, 325.

43) Chamisso in Kotzebue Reisen III, 33.

44) J. R. Forster Bemerkungen S. Spix u. Martius Reise I, 58 u. 72.

45) Aristoteles Meteorol. I, 10.

einen beſtimmten Zuſammenhang herzuleiten [46]). Als in der Folge Achard [47]) und Sauſſure [48]) die auch durch Schübler [49]) umfaſſendere Unterſuchung [49]) beſtätigte Thatſache bekannt machten, daß ſich bei der Thaubildung ſtets eine bedeutende Menge poſitiver Electricität entwickelte, ſo wurden die Erſcheinungen des Thaues aus dieſer Kraft abgeleitet. Namentlich glaubte Hube [50]), daß die poſitive E der Dämpfe hiebei in ſo fern eine Rolle ſpiele, als ſie dadurch von iſolirten Nichtleitern angezogen würden, ohne daß dieſe von ihnen Electricität erhalten; wenn aber die Nichtleiter mit dem Boden in Verbindung ſtehen, ſo werden ſie durch Vertheilung negativ, nehmen der Luft ihre poſitive Electricität, ſtoßen die Bläschen ab, und daher wird eine auf Metall liegende Glasplatte nicht befeuchtet.

Aus den ſorgfältigen Verſuchen von Wells, die in der Folge von Harvey beſtätigt ſind, folgt, daß der Thau ſeinen Grund in einer ſchnellen Temperaturabnahme in der Nähe des Bodens hat. Wenn der feuchte, mit Pflanzen bedeckte Boden während des Tages von der Sonne erwärmt wird, ſo ſteigen ſehr viel Dämpfe in die Höhe, welche zum Theil in den untern Regionen der Atmoſphäre bleiben. Nach dem Untergange der Sonne ſtrahlt der Boden ſeine Wärme ſehr ſchnell aus, die Atmoſphäre am Boden iſt oft mehrere Grade kälter, als einige Fuß höher: dadurch ſchlägt ſich ein Theil der Dämpfe an den feſten Körpern nieder, es entſteht hier ein dampfleerer Raum, welcher durch Dämpfe von oben her erſetzt wird. Dieſe Erkaltung iſt in der Nähe des Bodens oft ſehr bedeutend; ſtets aber geht ſie dem Niederſchlage vorauf. Nicht ſelten fand Wells, daß ein Thermometer, deſſen Kugel auf dem Boden lag, während ſich der

46) J'avoue, ſo lauten Dufay's Worte, que je suis bien éloigné de voir le rapport, qu'il peut y avoir entre des propriétés si différentes; mais aussi je ne voudrois pas nier qu'il n'y en eût. Mém. de l'Acad. des Sc. 1736. p. 368.

47) Mém. de Berlin 1780.

48) Sauſſure Reiſen III, 261. §. 803.

49) Schweigger's Jahrb. VIII, 21. und Encyclopädie der Landwirthſchaft VII, 83.

50) Hube über Ausdünſtung Cap. 35.

Thau bildete, 4, 5, ja 8° C niedriger ſtand, als ein 4 Fuß über dem Boden hängendes Inſtrument.

Aus dieſer Hypotheſe ergeben ſich die meiſten der oben erwähnten Umſtände. In heiteren windſtillen Nächten iſt die Erkaltung des Bodens weit ſtärker, als wenn dieſes nicht der Fall iſt. Wird die Atmoſphäre bei heiterem Himmel bewegt, ſo wird die kalte Luftmaſſe am Boden durch eine wärmere verdrängt, das niedergeſchlagene Waſſer kann dann ſelbſt verdunſten. Iſt dagegen der Himmel bewölkt, dann wird die Wärmeſtrahlung ganz aufgehoben, indem die niedergeſchlagenen Dämpfe der Wolke ihre frei gewordene Wärme nach unten ſtrahlen; die Erkaltung hört alſo in dieſem Falle ganz auf und damit zugleich der Niederſchlag; ja es kann wohl geſchehen, daß die Luft am Boden bei bewölktem und zugleich windigem Wetter mehrere Grade höher iſt, als einige Fuß darüber [51]); ſelbſt einzelne durch das Zenith gehende Wolken erhöhen die Temperatur am Boden ſogleich. Wie einflußreich dieſer Umſtand ſey, zeigen ſchon die älteren Verſuche von Wilſon im Winter, von denen ich einen auswähle, bei welchem ein Thermometer auf dem Schnee lag, ein zweites in der Luft 4 Fuß über dem Boden hing [52]).

1783 December 28.

Stunde	Beſchaffenheit des Wetters	Wärme der Luft	Wärme des Schnees
11h A.	Völlig heiter	— 15°,0 C	— 21°,7 C
11. 30′	Desgl.	— 15,6	— 21,7
11. 50	Bewölkt	— 14,4	— 15,6
12. 30	Noch mehr bewölkt . .	— 13,9	— 13,9
13. 30	Es wird etwas heller .	— 13,3	— 15,6
13. 45	Desgl.	— 13,3	— 16,7
14. 20	Allenthalben heiter mit Ausnahme einer ſchlecht begränzten Wolke in NO	— 12,8	— 15,6
15. 0	Desgl. mit Ausnahme einer ſchlecht begränzten Wolke im Zenith	— 11,7	— 16,1

51) Brandes Beiträge S. 391.
52) Edinburgh Trans. I, 153.

Sehen wir also hier, wie bei bewölktem Himmel die Wärme des Bodens sehr schnell zunimmt, so ist begreiflich, daß der sich gebildete Thau in kurzer Zeit verschwinden kann.

Nicht alle Körper strahlen die Wärme mit gleicher Leichtigkeit aus. Nach den Untersuchungen von Leslie ist das Strahlungsvermögen polirter Metalle weit geringer, als das des Glases, daher schlägt sich auf letzterem der Thau leichter nieder. Nur dann, wenn die Stelle der Metallplatte öfter verändert wird, wenn wir also den wärmeren Körper stets auf erkaltete Stellen des Bodens legen, so verliert sie wegen ihres guten Leitungsvermögens ihre Wärme schneller und sie bethaut früher [53]). Eben dieser größere oder geringere Ersatz der Wärme aus dem Innern ist auch Ursache, daß zertheilte Körper, wie Späne, leichter bethaut werden, als massive. Da diese Temperaturabnahme am Boden beginnt und sich erst allmählig nach oben verbreitet, so wird begreiflich, daß die zunächst am Boden liegenden Körper früher bethauen, als höhere; daß Bäume weniger bethaut werden, als Gras; daß Pflanzen, die unter Bäumen stehen, durch die Verminderung der Wärmestrahlung durch die Blätter der Bäume weniger stark bethauen, als freistehende; daß ein Schirm, welcher dem Körper die Aussicht auf den Himmel verkleinert, die Thaubildung schwächt u. s. w.

In allen Fällen, wo sich der Thau niederschlägt, ist die Luftmasse, in welcher dieser Niederschlag erfolgt, mit Dämpfen gesättigt [54]). Begreiflich aber wird es, daß sich unter übrigens

53) Da das Glas die Wärme sehr stark ausstrahlt, dagegen nach den Untersuchungen von La Roche und Bérard nur leuchtende Wärme hindurchläßt, so wird begreiflich, daß der Boden unter einer Glasglocke wenig oder gar nicht erkaltet, und hieraus ergiebt sich das Experimentum crucis, wodurch Gersten zu der Hypothese geführt wurde, daß der Thau aufsteige. Eine auf den Boden gesetzte Glasglocke bethaut in ihrem Innern oft so stark, daß das Wasser in Tropfen herabläuft. Die Glocke erkaltet durch Strahlung sehr schnell, die Dämpfe schlagen sich an ihren Wänden nieder, und da der Boden so wie die Pflanzen sehr nahe dieselbe Temperatur behalten, so steigen noch während der Nacht neue Dämpfe auf, welche sich sogleich niederschlagen. Es ist also der Vorgang genau derselbe, als der, welcher beim sogenannten Schwitzen der Fenster Statt findet.

54) Saussure Hygrometrie S. 371.

gleichen Umständen desto mehr Thau bildet, je feuchter die Luft ist, weshalb man reichlichen Thau sehr häufig als Vorboten von Regen ansehen kann [55]). In diesem Falle kann es wohl geschehen, daß der Dampf schon in einiger Entfernung über dem Boden niedergeschlagen wird, dann bildet sich eine dünne Nebelschicht, welche aber stets nach der Thaubildung folgt [56]). Dieses ist der Thau, von welchem Muschenbroek glaubt, daß er aus Seen und Sümpfen aufsteige; aber mit der Entstehung dieser Nebelschicht wird das Phänomen complicirt, es schlägt sich dieser Nebel an allen Körpern ohne Ausnahme nieder, es ist also kein reiner Thau mehr [57]). Bei einerlei Dampfgehalt aber ist der Thau in kalten Nächten weit reichlicher, als in wärmeren, und daher erklärt sich die große Kälte in thaureichen Nächten [58]), jedoch ist diese Kälte nicht Wirkung, sondern Ursache des Thaues.

Aus dem Gesagten ergiebt sich auch der reichliche Thau in manchen, der Mangel desselben in andern Gegenden. Da wo die Atmosphäre nur wenig Wasser enthält, kann sich auch keins niederschlagen. In Ländern aber, wo die Luft von benachbarten Meeren sehr viel Dämpfe erhält, wo ein heiterer Himmel die Strahlung begünstigt, wird sich sehr viel Wasser niederschlagen. Auf dem hohen Meere kann diese Strahlung keine bedeutende Erkaltung erzeugen, denn kaum ist ein Wassertheilchen auf der Oberfläche des Meeres etwas erkaltet, so sinkt es vermöge der dadurch erlangten größeren Dichtigkeit in die Tiefe, um einem wärmeren Platz zu machen. Die niederen Koralleninseln, auf denen die Strahlung zwar leichter erfolgen könnte, haben mei-

55) de Luc recherches III, 280. §. 725.

56) Harvey in Edinb. Phil. Journ. IX, 257. Parrot (Physik der Erde S. 428) hält den Thau nur für einen herabfallenden Nebel; ähnlich ist die Meinung von Volney Voyages II, 318. Howard bei Forster Wolken S. 40.

57) In feuchten Gegenden zeigt sich diese Nebelschicht fast stets einige Zeit nach dem Untergange der Sonne. An der pommerschen Küste erinnere ich mich sie fast stets bemerkt zu haben, während sie bei Halle weit seltener ist; hier zeigt sie sich auch nur vorzugsweise auf den Wiesen, weit seltener habe ich sie auf Kornfeldern bemerkt.

58) Wahlenberg Flora Carpath. p. XCIX.

Sehen wir alſo hier, wie bei bewölktem Himmel die Wärme des Bodens ſehr ſchnell zunimmt, ſo iſt begreiflich, daß der ſich gebildete Thau in kurzer Zeit verſchwinden kann.

Nicht alle Körper ſtrahlen die Wärme mit gleicher Leichtigkeit aus. Nach den Unterſuchungen von Leslie iſt das Strahlungsvermögen polirter Metalle weit geringer, als das des Glaſes, daher ſchlägt ſich auf letzterem der Thau leichter nieder. Nur dann, wenn die Stelle der Metallplatte öfter verändert wird, wenn wir alſo den wärmeren Körper ſtets auf erkaltete Stellen des Bodens legen, ſo verliert ſie wegen ihres guten Leitungsvermögens ihre Wärme ſchneller und ſie bethaut früher [53]). Eben dieſer größere oder geringere Erſatz der Wärme aus dem Innern iſt auch Urſache, daß zertheilte Körper, wie Späne, leichter bethaut werden, als maſſive. Da dieſe Temperaturabnahme am Boden beginnt und ſich erſt allmählig nach oben verbreitet, ſo wird begreiflich, daß die zunächſt am Boden liegenden Körper früher bethauen, als höhere; daß Bäume weniger bethaut werden, als Gras; daß Pflanzen, die unter Bäumen ſtehen, durch die Verminderung der Wärmeſtrahlung durch die Blätter der Bäume weniger ſtark bethauen, als freiſtehende; daß ein Schirm, welcher dem Körper die Ausſicht auf den Himmel verkleinert, die Thaubildung ſchwächt u. ſ. w.

In allen Fällen, wo ſich der Thau niederſchlägt, iſt die Luftmaſſe, in welcher dieſer Niederſchlag erfolgt, mit Dämpfen geſättigt [54]). Begreiflich aber wird es, daß ſich unter übrigens

53) Da das Glas die Wärme ſehr ſtark ausſtrahlt, dagegen nach den Unterſuchungen von La Roche und Bérard nur leuchtende Wärme hindurchläßt, ſo wird begreiflich, daß der Boden unter einer Glasglocke wenig oder gar nicht erkaltet, und hieraus ergiebt ſich das Experimentum crucis, wodurch Gerſten zu der Hypotheſe geführt wurde, daß der Thau aufſteige. Eine auf den Boden geſetzte Glasglocke bethaut in ihrem Innern oft ſo ſtark, daß das Waſſer in Tropfen herabläuft. Die Glocke erkaltet durch Strahlung ſehr ſchnell, die Dämpfe ſchlagen ſich an ihren Wänden nieder, und da der Boden ſo wie die Pflanzen ſehr nahe dieſelbe Temperatur behalten, ſo ſteigen noch während der Nacht neue Dämpfe auf, welche ſich ſogleich niederſchlagen. Es iſt alſo der Vorgang genau derſelbe, als der, welcher beim ſogenannten Schwitzen der Fenſter Statt findet.

54) Sauſſure Hygrometrie S. 371.

gleichen Umständen desto mehr Thau bildet, je feuchter die Luft ist, weshalb man reichlichen Thau sehr häufig als Vorboten von Regen ansehen kann [55]). In diesem Falle kann es wohl geschehen, daß der Dampf schon in einiger Entfernung über dem Boden niedergeschlagen wird, dann bildet sich eine dünne Nebelschicht, welche aber stets nach der Thaubildung folgt [56]). Dieses ist der Thau, von welchem Muschenbroek glaubt, daß er aus Seen und Sümpfen aufsteige; aber mit der Entstehung dieser Nebelschicht wird das Phänomen complicirt, es schlägt sich dieser Nebel an allen Körpern ohne Ausnahme nieder, es ist also kein reiner Thau mehr [57]). Bei einerlei Dampfgehalt aber ist der Thau in kalten Nächten weit reichlicher, als in wärmeren, und daher erklärt sich die große Kälte in thaureichen Nächten [58]), jedoch ist diese Kälte nicht Wirkung, sondern Ursache des Thaues.

Aus dem Gesagten ergiebt sich auch der reichliche Thau in manchen, der Mangel desselben in andern Gegenden. Da wo die Atmosphäre nur wenig Wasser enthält, kann sich auch keins niederschlagen. In Ländern aber, wo die Luft von benachbarten Meeren sehr viel Dämpfe erhält, wo ein heiterer Himmel die Strahlung begünstigt, wird sich sehr viel Wasser niederschlagen. Auf dem hohen Meere kann diese Strahlung keine bedeutende Erkaltung erzeugen, denn kaum ist ein Wassertheilchen auf der Oberfläche des Meeres etwas erkaltet, so sinkt es vermöge der dadurch erlangten größeren Dichtigkeit in die Tiefe, um einem wärmeren Platz zu machen. Die niederen Koralleninseln, auf denen die Strahlung zwar leichter erfolgen könnte, haben mei-

55) de Luc recherches III, 280. §. 725.

56) Harvey in Edinb. Phil. Journ. IX, 257. Parrot (Physik der Erde S. 428) hält den Thau nur für einen herabfallenden Nebel; ähnlich ist die Meinung von Volney Voyages II, 318. Howard bei Forster Wolken S. 40.

57) In feuchten Gegenden zeigt sich diese Nebelschicht fast stets einige Zeit nach dem Untergange der Sonne. An der pommerschen Küste erinnere ich mich sie fast stets bemerkt zu haben, während sie bei Halle weit seltener ist; hier zeigt sie sich auch nur vorzugsweise auf den Wiesen, weit seltener habe ich sie auf Kornfeldern bemerkt.

58) Wahlenberg Flora Carpath. p. XCIX.

ſtens eine zu kleine Oberfläche, es findet eine beſtändige Ausgleichung der Wärme zwiſchen ihnen und dem Meere Statt, daher ſind die Differenzen der Temperatur am Tage und in der Nacht auf dieſen Inſeln ſehr klein [59]); mit der Depreſſion der Temperatur verſchwindet auch zugleich die Thaubildung [60]).

---

59) Simonoff in Biblioth. univ. XXXI, 307.

60) Neuerdings hat Martius mehrere Einwendungen gegen die vorgetragene Theorie gemacht (Spix und Martius Reise nach Brasilien II, 624). Als der Verfaſſer durch die Provinz Bahia reiſte (es war im October, alſo kurz vor dem Anfange der naſſen Jahreszeit), ſo ging der Wind von O nach N, und nun bemerkte er zum erſten Male Thau, während er ſolchen in der Provinz Minas Geraës in gleicher Höhe über dem Meere (aber im April, alſo beim Beginn der trockenen Jahreszeit) nicht beobachtet hatte. Schon die Zeiten, in denen der Reiſende durch jene Gegenden ging, deuten darauf, daß die Thaubildung ganz mit dem hygrometriſchen Zuſtande der Luft zuſammenhängt (ſ. tropiſche Regen). „Es wird beim erſten Blicke befremden, fährt der Vf. fort, daß man in den Ländern Braſiliens unter dem Aequator nicht nur den ſtärkſten Thau in allen Monaten, ſondern auch eine faſt regelmäßige Bewölkung des Himmels nach Mittag beobachtet. Sollte man nicht glauben, daß hier, wo die ſtärkſte Wärme eine in gleicher Progreſſion zunehmende Verdunſtung veranlaßt, die Reduction der atmoſphäriſchen Dünſte zur Verdichtung bis zum Thaupunkte am ſeltenſten eintreten müſſe? Allein dem iſt nicht ſo, und vielmehr liegen die Gegenden, in denen die Thaubildung ſelten iſt, zum Theil weit entfernt von der Linie." Aber auch dieſes Phänomen hängt ganz mit dem hygrometriſchen Zuſtande der Luft zuſammen, welchen wir bei Unterſuchung der tropiſchen Regen näher betrachten werden. Die Dämpfe, welche hier, wo keine regelmäßigen Winde wehen, in die Höhe ſteigen, werden in den obern Regionen der Atmoſphäre leicht condenſirt, die Luft ſelbſt iſt dem Zuſtande der Sättigung nahe, und erſt wenn ſie beim Aufſteigen einen großen Theil ihres Waſſers verloren hat, bewegt ſie ſich als oberer Paſſat gegen die Pole. Sodann bemerkt der Verfaſſer, daß ein Theil der Tropfen, welche man auf den Pflanzen ſieht, wohl von den Ausdünſtungen der Pflanzen herrühren möchte. „Als Beſtätigung dieſer Anſicht darf ich anführen, daß wir in jenen Aequatorialgegenden den Thau in großer Menge auch an den ſpiegelglatten harten Blättern der Lorbeerbäume, Hymenäen u. ſ. w. antrafen, welche gemäß der Theorie der Wärmeſtrahlung, glatten Metallen vergleichbar, durch Erkalten keine liquiden Niederſchläge auf ſich erzeugen würden." Aber auch dieſe Behauptung iſt im hohen Grade voreilig. Alle bisherigen Unterſuchungen über Bewegung der Wärme deuten im Allgemeinen darauf, daß

Mit dem Thau nahe verwandt und zum Theil mit ihm identisch ist der Reif. Wir verstehen darunter jene feinen, in Ecken und Zacken ausfahrenden Eismassen, welche sich auf der Oberfläche fester Körper niedergeschlagen. Werden diese Massen genauer untersucht, so erkennt man, daß sie aus regelmäßig krystallisirten Theilchen bestehen, deren Ecken Winkel von 60° bilden (s. Schnee) und welche häufig zu sehr schönen Figuren mit einander verbunden sind. Es ist dieser Reif durch Wasser gebildet, welches sich auf kalten Körpern niederschlägt und hier sogleich gefriert. In vielen Fällen ist dieser Reif ein eigentlicher gefrorner Thau, wie dieses schon Scheuchzer behauptete [61]), und dieser zeigt sich nach den Erfahrungen von Wells und den älteren von Wilson genau unter denselben Umständen, als jener. Heitere windstille Nächte sind zu seiner Bildung erforderlich; die Körper, welche dann bereifen, haben eine Temperatur, welche mehrere Grade niedriger ist, als die der Luft; so wie sich aber der Himmel bewölkt, so verdunstet der Reif in kurzer Zeit [62]).

Da diese Eisdendriten dadurch gebildet werden, daß das auf den Körpern niedergeschlagene Wasser in kurzer Zeit gefriert, so können sie sich auch unter andern Umständen zeigen; dann aber ist es ein völlig verschiedenes Phänomen. Wenn auf länger dauernde Kälte ein warmer Südwind folgt, schlägt sich das Wasser an allen Körpern ohne Ausnahme mit Leichtigkeit unter der Gestalt des Reifes nieder; es sind dieses jene schönen Fäden, welche wir besonders zur Zeit von Nebeln an den Aesten der Bäume bemerken, gerade so wie die Ausdünstungen in Zimmern sich an den Fenstern, die der Brunnen an den umgebenden Körpern im Winter als Dendriten niederschlagen. Diese Bildung des Reif zeigt sich besonders in den Polargegenden bei Nebeln

---

Körper ein desto größeres Strahlungsvermögen besitzen, je schlechter sie leiten; aber trockene Hölzer gehören zu den schlechtesten Leitern, welche wir kennen, eben so ist Wasser ein schlechter Leiter, so daß auch harte glänzende Blätter wahrscheinlich die Wärme stark ausstrahlen. Daß der Glanz und die Glätte den Blättern der gedachten Pflanzen nicht ein geringeres Strahlungsvermögen mittheilt, geht daraus hervor, daß das glänzende Glas einer von den Körpern ist, welche am leichtesten bethaut werden.

1) Scheuchzer Naturgesch. des Schweizerlandes III, 20.

2) Wilson in den Trans. of the Soc. of Edinburgh I, 146—177.

Sehen wir also hier, wie bei bewölktem Himmel die Wärme des Bodens sehr schnell zunimmt, so ist begreiflich, daß der schon gebildete Thau in kurzer Zeit verschwinden kann.

Nicht alle Körper strahlen die Wärme mit gleicher Leichtigkeit aus. Nach den Untersuchungen von Leslie ist das Strahlungsvermögen polirter Metalle weit geringer, als das des Glases, daher schlägt sich auf letzterem der Thau leichter nieder. Nur dann, wenn die Stelle der Metallplatte öfter verändert wird, wenn wir also den wärmeren Körper stets auf erkaltete Stellen des Bodens legen, so verliert sie wegen ihres guten Leitungsvermögens ihre Wärme schneller und sie bethaut früher [53]). Eben dieser größere oder geringere Ersatz der Wärme aus dem Innern ist auch Ursache, daß zertheilte Körper, wie Späne, leichter bethaut werden, als massive. Da diese Temperaturabnahme am Boden beginnt und sich erst allmählig nach oben verbreitet, so wird begreiflich, daß die zunächst am Boden liegenden Körper früher bethauen, als höhere; daß Bäume weniger bethaut werden, als Gras; daß Pflanzen, die unter Bäumen stehen, durch die Verminderung der Wärmestrahlung durch die Blätter der Bäume weniger stark bethauen, als freistehende; daß ein Schirm, welcher dem Körper die Aussicht auf den Himmel verkleinert, die Thaubildung schwächt u. s. w.

In allen Fällen, wo sich der Thau niederschlägt, ist die Luftmasse, in welcher dieser Niederschlag erfolgt, mit Dämpfen gesättigt [54]). Begreiflich aber wird es, daß sich unter übrigens

53) Da das Glas die Wärme sehr stark ausstrahlt, dagegen nach den Untersuchungen von La Roche und Bérard nur leuchtende Wärme hindurchläßt, so wird begreiflich, daß der Boden unter einer Glasglocke wenig oder gar nicht erkaltet, und hieraus ergiebt sich das Experimentum crucis, wodurch Gersten zu der Hypothese geführt wurde, daß der Thau aufsteige. Eine auf den Boden gesetzte Glasglocke bethaut in ihrem Innern oft so stark, daß das Wasser in Tropfen herabläuft. Die Glocke erkaltet durch Strahlung sehr schnell, die Dämpfe schlagen sich an ihren Wänden nieder, und da der Boden so wie die Pflanzen sehr nahe dieselbe Temperatur behalten, so steigen noch während der Nacht neue Dämpfe auf, welche sich sogleich niederschlagen. Es ist also der Vorgang genau derselbe, als der, welcher beim sogenannten Schwitzen der Fenster Statt findet.

54) Saussure Hygrometrie S. 371.

müſſen wir annehmen, daß dieſe Maſſen eine kugelförmige Geſtalt haben; ob ſie aber maſſive oder hohle Kugeln bilden, darüber ſind die Meinungen verſchieden; es ſcheint jedoch, daß die Meinung, welche ſchon Halley aufgeſtellt hatte, daß das Waſſer nur die Hülle einer Kugel bilde [67]), naturgemäßer ſey, und deshalb wollen wir uns in der Folge der Ausdrücke Dampfbläschen, Nebelbläschen (vapeurs vésiculaires) bedienen. Es wird durch die Unterſuchungen von Kratzenſtein und Sauſſure ſehr wahrſcheinlich, daß die niedergeſchlagenen Dämpfe wirklich dieſe Geſtalt haben [68]). Man nehme eine Taſſe mit wäßriger Flüſſigkeit von dunkler Farbe, etwa Kaffe oder Waſſer mit Tinte vermiſcht, erhitze ſie und ſtelle ſie nun in die Sonne oder an einen hellen Ort. Iſt die Luft ruhig, ſo ſteigt eine Nebelmaſſe in die Höhe, welche nach einiger Zeit verſchwindet. Ein aufmerkſames Auge wird bald bemerken, daß dieſer Nebel aus kleinen rundlichen, weißlichen und von einander abgeſonderten Kügelchen beſteht. Betrachtet man ſie durch ein Vergrößerungsglas von 1″ oder 1½″ Brennweite, ſo ſieht man, daß ungleich große Kügelchen ſehr ſchnell aus der Flüſſigkeit hervortreten; die feinſten erheben ſich äußerſt ſchnell, ſtreichen geſchwind durch das Feld des Glaſes; die gröbern hingegen fallen auf die Taſſe nieder und rollen auf der Oberfläche der Flüſſigkeit fort, ohne ſich mit dieſer zu miſchen. Die Kleinheit dieſer kleinen Kugeln, ihre Weiße, ihr Anſehen, welches ſie von den feſten Kügelchen durchaus unterſcheidet, ihre Aehnlichkeit mit den größeren Blaſen, die man auf der Oberfläche der Flüſſigkeit ſchwimmen ſieht, ſetzen ihre Beſchaffenheit nach Sauſſure außer allen Zweifel; man darf ſie nur ſehen, um ſich zu überzeugen, daß es hohle Kugeln und den Seifenblaſen bis auf die Größe völlig ähnlich ſind. Derſelben Meinung iſt auch Robiſon, welcher ſich beſonders auf das optiſche Verhalten dieſer Körper ſtützt [69]). Dieſe Dampftheilchen zeigen nicht das ſternartige Funkeln, welches maſſive Waſſerkügelchen bei ſtarkem auffallenden Lichte dem Auge darzubieten pflegen, ſondern

67) Phil. Trans. XVI, 358. XVIII, 183.

68) Kratzenſtein von dem Aufſteigen der Dünſte und Dämpfe S. 28. Sauſſure Hygrometrie S. 233. §. 201.

69) Robiſon Mechan. phil. II, 13.

eine mattere Reflexion, wie von einem dünnen Häutchen, nach Art der Seifenblasen. Läßt man Lichtstrahlen durch sie hindurch gehen, so zeigen sie sich von einem schwachen Regenbogen mit prismatischen Farben umgeben, gerade so wie derselbe nach optischen Gesetzen einer Anhäufung von Bläschen zugehört, aber ganz verschieden von einem solchen, welcher durch massive Wasserkügelchen entstehen müßte [69a]).

Und eben so sind nach den Erfahrungen von Sauſſure auch die Nebel und Wolken beschaffen [69b]). Gewiß aber ist es, daß diese Bläschen sich stets nur in einer Luft bilden, welche mit Dämpfen gesättigt ist, und wir müssen nothwendig annehmen, daß die Luftmasse, in welcher sich der Nebel befindet, mit Dämpfen gesättigt sey, wie dieses schon Sauſſure behauptet hatte [70]). Ich würde dieses Umstandes nicht gedacht haben, wenn Messungen mit unvollkommenen Instrumenten nicht zu der Idee geführt hätten, daß die Luft in Nebeln und Wolken nicht gesättigt sey. Erfahrungen dieser Art erwähnen de Luc [71]) und Humboldt [72]), beide aber stellten ihre Messungen mit dem unvollkommenen Fischbeinhygrometer an. So oft ich Messungen mit dem Psychrometer angestellt habe, so habe ich stets gefunden, daß die Luft gesättigt war. Bei mehreren Versuchen, welche ich im September und October 1829 am Rheine und im Taunus anstellte, fand ich stets in der Mitte der Nebelmassen die Angaben beider Thermometer gleich; nur an der Gränze des Nebels, oder dann, wenn dieser in kurzer Zeit verschwand, erhielt ich kleine Differenzen, welche aber nie die Größe von einem halben Grade überstiegen.

69a) Uebrigens hat Kratzenstein zuerst aus dem optischen Verhalten gefolgert, daß diese Dämpfe Bläschengestalt haben. S. Chr. Gottl. Kratzenstein Abh. von dem Aufsteigen der Dünste u. Dämpfe. Zweite Aufl. 8. Halle 1746. S. 5.

69b) Sauſſure Hygrometrie S. 289. §. 206. Ueber die Größe dieser Bläschen, ihre Eigenschaft in der Luft zu schweben, werde ich bei den Wolken sprechen.

70) Sauſſure Hygrometrie S. 369. §. 324.

71) de Luc Idées II, 38. §. 563.

72) Humboldt Voyage IV, 261.

Schon bei dem Thaue wurde des Nebels gedacht, welcher sich in windstillen Nächten einige Zeit später zeigt, nachdem der Thau sich gebildet hatte; hiebei aber hat Harvey stets bemerkt, daß nun die Temperatur des Bodens etwas größer ist, als die der Luft in einiger Entfernung [73]). Bei windstillem Wetter sehen wir häufig über stehenden Wassermassen eine dicke Nebelschicht, welche stets an derselben Stelle bleibt, ohne sich von dieser zu entfernen; bei näherer Untersuchung aber zeigt sich eine lebhafte Bewegung in dieser Masse, die Bläschen steigen schnell in die Höhe und verschwinden nach einiger Zeit. Besonders auffallend zeigt sich dieselbe im Winter über offenem Wasser; wenn die flüssige Wassermasse bedeutend wärmer ist, als die mehrere Grade unter Null erkaltete Luft, so steigen Dämpfe auf, welche sogleich condensirt werden. Ganz etwas Aehnliches zeigt sich am Morgen, namentlich im Frühjahre und Herbste, wo man feuchte Stellen schon von ferne an den darüber ruhenden Nebelmassen zu erkennen vermag. Stets aber ist in diesen Fällen der Boden wärmer, als die Luft. Schon de Luc machte hierauf aufmerksam [74]) und Winterbottom leitete daraus die Nebel ab, welche sich am Morgen über Flüssen zeigen [75]). In der Folge haben H. Davy [76]) und Harvey [77]) dieses durch eine Menge von Erfahrungen bestätigt. Wenn über Flüssen die Temperatur der Luft mehrere Grade niedriger ist, als die des Wassers, und die Luft in der Nähe über dem Lande nahe gesättigt ist, so darf man annehmen, daß sich stets Nebel bilden werden.

Wenn man eine solche ruhende Nebelmasse betrachtet, so findet man nicht selten, daß sie ihr Volumen in kurzer Zeit bedeutend vergrößert. Davy und nach ihm Harvey glauben nicht, daß die primitive Ursache auch diese Vergrößerung bewirke,

---

73) Harvey im Journal of the royal institution 1823. No. XXIX. p. 256. Edinb. phil. Journ. IX, 258.

74) de Luc rech. sur les modif. §. 673. T. III. p. 238. §. 695. T. III. p. 252. Idées sur la met. II, 81.

75) Winterbottom Nachr. v. d. Sierra-Leone-Küste S. 45.

76) Phil. Trans. 1819.

77) Journ. of the roy. Inst. 1823. No. XXIX. p. 55—64 u. Edinb. phil. Journ. Vol. IX. p. 255—259.

vielmehr nehmen beide an, daß die Dampfbläschen auf der Oberfläche der Nebelmaſſe lebhaft Wärme ausſtrahlen, erkalten und daß durch die herabſinkenden Luftmaſſen die Temperatur in der Tiefe immer mehr deprimirt werde. Es ſcheint dieſes durch die Erfahrung von Harvey beſtätigt zu werden, wo einmal die Wärme der Luft in der Mitte der Maſſe geringer war, als in der Nähe der Gränze. Soll aber hierüber etwas Beſtimmtes ausgemacht werden, ſo ſind viele gleichzeitige Beobachtungen erforderlich; denn wenn man den Stand des Thermometers in einer Nebelmaſſe an derſelben Stelle beobachtet, ſo findet man beſtändige Schwankungen in der Temperatur [78]). Es ſcheint mir vielmehr wahrſcheinlich, daß noch dieſelbe Urſache fortwirke. Der Nebel bildet ſich nur dann, wenn die Luft nahe geſättigt iſt; hat das Waſſer eine höhere Temperatur, als die Luft, ſo ſchlagen ſich die erſten Nebelmaſſen in der Nähe des Bodens nieder, ſo wie ſie in die Höhe ſteigen, verdunſten die Bläschen in der nicht geſättigten Luft; durch dieſen Verdunſtungsproceß wird letztere in kurzer Zeit ebenfalls geſättigt und die neu ankommenden Bläschen löſen ſich in dieſer nicht mehr auf, ſondern erſt in der folgenden Luftſchicht, welche in kurzer Zeit ebenfalls geſättigt wird. Es iſt hier nach derſelbe Vorgang, welchen wir bei künſtlich erwärmtem Waſſer ſehen. Der Waſſerdampf, welcher aus den Schwadenfängen der Siedehäuſer aufſteigt, wird in der Luft condenſirt; iſt dieſe trokken, ſo ſteigt die Säule nur bis zur Höhe von wenigen Fußen, hat eine geringe Dichtigkeit und verſchwindet ſehr ſchnell. Wenn dagegen die Luft feucht iſt, ſo kann ſie dieſen Dampf nicht mehr aufnehmen, und die Nebelmaſſe verbreitet ſich dann bis zu bedeutender Weite über dem Boden. Ich habe dieſes Phänomen ſehr häufig an den hieſigen Salinen geſehen, und es iſt eine ziemlich richtige Meinung der Hallenſer, daß eine dicke Nebelmaſſe über den Salinen einen baldigen Regen bedeutet. Ganz etwas Aehnliches bemerkt man an heißen Quellen, welche bei feuchtem Wet-

78) Bei einem Nebel, welchen ich im October 1829 auf dem Fußwege von Coblenz nach Ems auf der Höhe beobachtete und vor deſſen Ankunft aus dem Thale ich das Pſychrometer 4′ vom Boden aufgehängt hatte, zeichnete ich die Angabe beider in Fünftelgrade getheilten Thermometer faſt eine Stunde hindurch von Minute zu Minute auf, nur ſelten geſchah es, daß zwei auf einander folgende Aufzeichnungen übereinſtimmten; beide Inſtrumente gaben aber ſtets denſelben Stand an.

Wetter weit mehr dampfen, als bei trockenem [79]), und die Anwoh-
ner des Stromboli prophezeihen baldigen Regen, wenn der Vulcan
eine dicke Dampfsäule zeigt [80]); auch bemerkt schon Isidor, daß
ich über dem Vesuv bei Landwinden eine geringere Dampfsäule
eige, als bei Seewinden, was auch Ferber bestätigt fand [80a]).
Die beiden zuletzt erwähnten Phänomene lassen sich aus dem Ge-
agten eben so leicht ableiten, als das erste, ohne daß wir hier
nöthig haben, unsere Zuflucht zu einem Zusammenhange des Le-
ens im Innern der Erde und in der Atmosphäre oder ähnlichen
)ypotheſen zu nehmen.

Häufig bemerkt man auf Gebirgen isolirte Nebelmassen,
welche an einzelnen Stellen erscheinen, nur einen geringen Raum,
ft einen Durchmesser von wenigen Fußen einnehmen und in ge-
inger Höhe wieder verschwinden [80b]). So auffallend es scheint,
aß nur vorzugsweise eine kleine Stelle den Nebel zeigt, sind auch
ier kleine Differenzen der Temperatur, Ungleichheiten des Bo-
ens, wodurch er feuchter oder trockener ist, mehr oder weniger
rwärmt wird, die Ursachen des Niederschlages. Wie unbedeu-
end die Umstände seyn können, welche hier eine Rolle spie-
en, davon habe ich mich mehrmals überzeugt. Es genüge
inen Fall mitzutheilen. Bei völlig bedecktem Himmel und feinem
Regen ging ich am 12ten September 1829 von Wiesbaden nach
er Platte im Taunus; kurz zuvor ehe ich den Fußsteig nach die-
em Lustschlosse nahm, hörte der Regen auf, die Spitzen aller
Berge waren mit dichten Nebeln bedeckt, welche sich bald auf-
östen, die Wolkendecke zerriß und die Sonne schien abwechselnd
urch das Gewölk. In kurzer Zeit erhoben sich mehrere Nebel-
reifen in Gestalt von Rauchsäulen an einzelnen Stellen; eine der-
lben zeigte sich in der Entfernung von einigen tausend Schritten
on meinem Standpunkte auf einer Wiese, verschwand und er-
hien nach wenigen Minuten an derselben Stelle. Daselbst ange-
ommen, fand ich mehrere neben einander liegende Wiesen in

79) de Luc rech. sur les modif. de l'atm. III, 248. §. 690.

80) de Luc rech. III, 257. §. 705.

80a) Du Carla im Journal de physique XX, 119.

80b) In manchen Gegenden drückt man die Erscheinung dadurch aus, daß man sagt: „der Hase kocht."

einer Höhe von 400 Fuß über Wiesbaden und 1300 Fuß unter der Platte. Nur eine von diesen war kurz gemäht, alle übrigen hatten noch ein ziemlich langes Gras; aber auch nur auf jener zeigte sich der Nebel und nur dann, wenn die Wiese einige Minuten von der Sonne beschienen war. Höchstens 3 Zoll vom Boden waren die Angaben des Psychrometers auf der geschnittenen Wiese, als die Sonne von einer dichten Wolke verdunkelt war, 13°,1 und 13°,0 R. Nach Kurzem erschien die Sonne, es erhob sich der Nebel, und ein Thermometer von meinem Körper beschattet zeigte am Boden 14°,8 R., in einer Höhe von etwa 4 Fuß 12°,3 R., und dabei stiegen die Nebelbläschen schnell in die Höhe. Einige Zeit später fand ich auf dem Boden der gemähten Wiese eine Temperatur von 15° R., auf der nichtgemähten 13°,4 R. Offenbar wurde hier der grasloſe Boden von den directen Strahlen der Sonne viel stärker erwärmt, und ganz den oben Gesagten gemäß zeigte sich in dieser fast gesättigten Luft zugleich Nebel, so wie sich bei Einwirkung der Sonne mehr Dämpfe entwickelten, als die Luft fassen konnte [81]).

In dem Bisherigen wurde angenommen, daß der Boden bei feuchter Luft wärmer sey, als die Luft in der Höhe von einigen Fußen, aber es giebt Fälle, wo dieses nicht der Fall ist, wenigstens habe ich mehrmals bei dichten Nebeln Unterschiede gefunden, die sehr unbedeutend waren [81a]). Wenn die Luft längere Zeit, besonders im Winter, sehr kalt gewesen war und nun ein warmer SW Wind folgt, so werden die ankommenden Dämpfe condensirt und es bilden sich oft sehr dicke Nebel, welche sich auf allen Körpern in Gestalt von Tropfen oder Reif niederschlagen und als Vorboten von Regen angesehen werden. Daß jedoch auf Ebenen die meisten Nebel auf die zuerst betrachtete Art entstehen, geht besonders aus der Vertheilung der Nebeltage im Jahre hervor. Nennen wir nämlich Nebeltag einen jeden Tag, an welchem sich Nebel zeigt, möge derselbe nur kurze Zeit oder den ganzen Tag

81) Unglücklicherweise habe ich es vergessen, den Stand des Psychrometers bei einiger Höhe über dem Boden zu messen; daß die Luft jedoch fast ganz gesättigt war, zeigte eine Psychrometerbeobachtung, welche ich kurz darauf am Rande des Waldes neben dem Barometer anstellte. Hier erhielt ich 11°,9 und 11°,5.

81a) Auch Lampadius fand bei steigendem Nebel die Erde wärmer, als die Luft, bei sinkendem das Gegentheil (Atmosphärol. S. 123).

dauern, so finden wir, daß die Zahl dieser Tage in verschiedenen Jahren sehr nahe gleich ist; die Zahl derselben ist nicht an allen Orten gleich, eben so wenig sind die Nebeltage durch das ganze Jahr gleichförmig vertheilt, wie folgende Tafel zeigt.

Monat	London [82])	Curhaven [82])	Hamburg [82])	Berlin [83])	Moscau [84])	Stuttgart [85])	München [86])	Tegernsee [87])	Heißenberg [88])	St. Gotthardt [89])
Januar	5,0	4,1	7,4	4,4	1,9	4,4	7,4	11,2	12,8	18,5
Februar	3,9	3,2	5,6	4,2	0,9	3,8	3,2	10,9	11,0	18,5
März	3,1	2,3	5,1	2,0	2,4	5,0	3,5	13,8	14,4	22,9
April	1,6	1,5	3,6	1,4	1,2	1,0	1,7	10,6	9,1	23,7
Mai	0,4	0,5	1,9	0,0	0,2	0,2	0,7	9,8	8,6	24,2
Junius	0,2	0,7	2,0	0,4	0,7	0,6	1,2	8,4	8,0	25,7
Julius	0,0	1,3	2,1	0,7	0,7	0,6	1,2	9,7	7,1	27,7
August	1,0	1,5	2,9	0,5	1,7	0,6	1,5	10,4	6,2	25,8
Septbr.	2,5	2,2	2,9	2,3	2,3	4,0	2,0	8,8	10,2	25,6
October	5,8	3,1	6,7	5,2	3,1	5,0	7,5	13,9	16,2	23,3
Novbr.	5,5	4,5	6,0	7,2	1,9	9,2	9,3	12,8	15,3	20,9
Decbr.	4,8	4,5	6,1	5,3	1,2	4,4	7,9	14,3	14,0	20,7
Jahr	33,8	29,4	52,3	33,6	18,2	38,8	47,1	134,6	132,9	27,7
Winter	40,5	40,2	36,5	41,3	22,0	32,5	39,3	27,0	28,5	20,5
Frühling	15,0	14,6	20,3	10,1	20,9	15,9	12,5	25,4	24,1	25,5
Sommer	3,6	12,0	13,4	4,8	17,0	4,6	8,3	21,2	16,0	28,5
Herbst	40,9	33,3	29,8	43,8	40,1	47,0	39,9	26,4	31,4	25,5

82) Bei Buek, Hamburgs Clima und Witterung S. 112. — In London ist der Nebel im Winter oft so dicht, daß man sich genöthigt sieht, die Läden und Werkstätten während des Tages künstlich zu erleuchten (Forster Wolken S. 13). Aber es scheint wenig wahrscheinlich, daß bloßer Wasserdampf die Luft verdunkle, vielmehr dürfte wohl der Steinkohlenrauch hiebei die wichtigste Rolle spielen. Auch in Paris und Amsterdam hat man ähnliche Nebel beobachtet; bei einem derselben bemerkte man in geringer Entfernung von Paris nichts mehr von diesem Nebel. Defrance in den Ann. de Chimie XXXIII, 413.

83) 6jähr. Beob. (1781—86) von Béguelin in den Mannheimer Ephemeriden.

84) 9jähr. Beob. (1783—89, 91—92) von Engel und Stritter in den Mannheimer Ephemeriden.

85) Bei Buek l. l.

86) 1629 Fuß über dem Meere. 12jähr. Beob. (1781—92) von Hueb-pauer und Imhof in den Mannheimer Ephemeriden.

87) 2253 Fuß über dem Meere. 9jähr. Beob. (1781—89) von Gotthardt und Magold in den Mannheimer Ephemeriden.

88) 3088 Fuß über dem Meere. 12jähr. Beob. (1781—92) von Fischer, Schlögel und Schwaiger in den Mannh. Ephemeriden.

89) 6440 Fuß über dem Meere. 12jähr. Beob. (1781—92) von Onuphrius und Laurentius in den Mannheimer Ephemeriden.

Uebersehen wir hier zunächst die ungleiche Anzahl der Nebeltage in London, Cuxhaven, Hamburg, Berlin, Stuttgart und München, so zeigt sich ein sehr großes Uebergewicht der Nebel im Winter und Herbste, während die Nebel im Sommer fast gänzlich verschwinden. Aber in jenen Jahreszeiten ist auch der Boden von der rückständigen Wärme des Sommers weit wärmer als die Luft, die aufsteigenden Dämpfe werden daher leichter condensirt und Nebel sind häufig. Nur Moscau macht in dieser Hinsicht eine Ausnahme, die Zahl der Nebeltage im Sommer [90]) ist fast eben so groß, als im Winter. Aber einerseits ist hier die Temperatur im Winter so gering, daß der Niederschlag wegen des geringen Dampfgehaltes der Atmosphäre nur unbedeutend seyn könnte, andererseits werden wir sogleich nachher beim Regen sehen, wie die Dampfmenge dort im Sommer viel größer ist, als im Winter.

Die obige Tafel zeigt uns noch einen andern Umstand. Die Zahl der Nebeltage ist an verschiedenen Orten höchst ungleich, auf dem Gotthardt fast zehnmal größer als in den Ebenen [91]). Und dieses zeigen uns andere Gegenden ebenfalls, denn stets ist der Nebel hier seltener als in den Gebirgen. So fehlt derselbe auf den trockenen Ebenen Asiens und Africas fast ganz, und wenn hier Reisende auch häufig Nebel erwähnen, so bleibt stets die Frage erlaubt, ob die Luft hier durch Dampfbläschen oder durch in die Höhe gerissene Sand- und Staubmassen getrübt wurde. Wenn aber die Dämpfe, namentlich im Sommer, mit Schnelligkeit in die Höhe gerissen werden, so können sie durch partielle, an den Wänden der Berge herabsinkende Stürme leichter condensirt werden; diese Condensation wird im Sommer, wo der Dampfgehalt der Atmosphäre größer ist, als im Winter, weit auffallender seyn, daher steigt die relative Zahl der Nebeltage im Sommer desto

90) Den Julius von 1783, wo Engel fast alle Tage Nebel sah (den Höhrauch jenes Jahres) habe ich gänzlich ausgeschlossen.

91) Eine genaue Untersuchung ist hier bis jetzt noch nicht möglich, indem nicht alle Beobachter gleiche Sorgfalt auf diese Aufzeichnungen wenden. Davon habe ich mich bei Vergleichung der meisten Orte in den Mannheimer Ephemeriden und andern Zusammenstellungen häufig überzeugt.

mehr, je höher wir aufsteigen, so daß auf dem Gotthardt der Sommer das Uebergewicht hat [92]).

Nirgends sind die Nebel in der Tiefe so häufig, als auf den Polarmeeren [93]); besonders ist dieses auf dem nördlichen Theile des atlantischen Meeres in der Nähe von New-Foundland der Fall: aber die berüchtigten Nebel dieser Gegend rühren davon her, daß der Golfstrom, welcher sich hier nach Osten und Süden wendet, fast stets eine Temperatur hat, welche bedeutend höher ist, als die der darüber befindlichen Luft. Auch in andern Gegenden der Polarmeere treffen wir dieselben sehr häufig, und fast alle Reisenden, Cook, Kotzebue, Roß, Parry, Franklin und Scoresby, nebst älteren Beobachtern in der Sammlung von Purchas, erzählen uns so viele bekannte Thatsachen, daß es überflüssig ist, nur einige derselben zu erwähnen. Dabei zeigt sich der Umstand, daß der Nebel auf dem Meere oft eine sehr große Dichtigkeit hat, während die Spitze des Mastes sich in vollkommen heiterer Luft befindet [94]). Jedenfalls dürften auch hier geringe Temperaturdifferenzen Ursache dieser so niedrig schwebenden Nebel seyn.

Die Nebel, in welche die Bewohner der Gebirge meistens eingehüllt sind, erscheinen dem Beobachter in der Ebene von ferne als Wolken, welche sich um die Spitzen gelagert haben. Der Bau der letztern ist in den meisten Fällen eben so, als bei den Nebeln: es sind Dampfbläschen, welche in der Luft schweben. Wenn diese Bläschen sehr dicht neben einander befindlich sind, dann vereinigen sich mehrere zu einem Tropfen und fallen als Regen in die Tiefe. Wie groß der Einfluß der Gebirge auf diesen Niederschlag sey, davon zeugen folgende Thatsachen. Es giebt Gegenden der Erde, wo es nie regnet, oder wo der Regen doch zu den großen Seltenheiten gehört. In Ober-Aegypten ist dieses der

92) Wie läßt sich die Zunahme der Nebeltage mit der Höhe aus der Hypothese einer Abnahme der relativen Feuchtigkeit erklären?

93) An der Westküste Norwegens sind sie ebenfalls sehr häufig (L. v. Buch Reise nach Norwegen II, 66), aber hier findet Condensation an den Gebirgen Statt. S. Regen in Scandinavien.

94) Ross Entdeckungsreise S. 89. Scoresby Reise auf den Wallfischfang S. 200. Es ist dieses der *Stratus* nach Howard's Terminologie der Wolken.

Uebersehen wir hier zunächst die ungleiche Anzahl der Nebeltage in London, Cuxhaven, Hamburg, Berlin, Stuttgart und München, so zeigt sich ein sehr großes Uebergewicht der Nebel im Winter und Herbste, während die Nebel im Sommer fast gänzlich verschwinden. Aber in jenen Jahreszeiten ist auch der Boden von der rückständigen Wärme des Sommers weit wärmer als die Luft, die aufsteigenden Dämpfe werden daher leichter condensirt und Nebel sind häufig. Nur Moscau macht in dieser Hinsicht eine Ausnahme, die Zahl der Nebeltage im Sommer[90]) ist fast eben so groß, als im Winter. Aber einerseits ist hier die Temperatur im Winter so gering, daß der Niederschlag wegen des geringen Dampfgehaltes der Atmosphäre nur unbedeutend seyn könnte, andererseits werden wir sogleich nachher beim Regen sehen, wie die Dampfmenge dort im Sommer viel größer ist, als im Winter.

Die obige Tafel zeigt uns noch einen andern Umstand. Die Zahl der Nebeltage ist an verschiedenen Orten höchst ungleich, auf dem Gotthardt fast zehnmal größer als in den Ebenen[91]). Alle dieses zeigen uns andere Gegenden ebenfalls, denn stets ist der Nebel hier seltener als in den Gebirgen. So fehlt derselbe an den trockenen Ebenen Asiens und Africas fast ganz, und wenn hier Reisende auch häufig Nebel erwähnen, so bleibt stets die Frage erlaubt, ob die Luft hier durch Dampfbläschen oder durch in die Höhe gerissene Sand- und Staubmassen getrübt wurde. Wenn aber die Dämpfe, namentlich im Sommer, mit Schnelligkeit in die Höhe gerissen werden, so können sie durch partielle, an den Wänden der Berge herabsinkende Stürme leichter condensirt werden; diese Condensation wird im Sommer, wo der Dampfgehalt der Atmosphäre größer ist, als im Winter, weit auffallender seyn, daher steigt die relative Zahl der Nebeltage im Sommer des-

90) Den Julius von 1783, wo Engel fast alle Tage Nebel sah (den Höhenrauch jenes Jahres) habe ich gänzlich ausgeschlossen.

91) Eine genaue Untersuchung ist hier bis jetzt noch nicht möglich, indem nicht alle Beobachter gleiche Sorgfalt auf diese Aufzeichnungen wendet. Davon habe ich mich bei Vergleichung der meisten Orte in den Mannheimer Ephemeriden und andern Zusammenstellungen häufig überzeugt.

mehr, je höher wir aufsteigen, so daß auf dem Gotthardt der Sommer das Uebergewicht hat [92]).

Nirgends sind die Nebel in der Tiefe so häufig, als auf den Polarmeeren [93]); besonders ist dieses auf dem nördlichen Theile des atlantischen Meeres in der Nähe von New-Foundland der Fall: aber die berüchtigten Nebel dieser Gegend rühren davon her, daß der Golfstrom, welcher sich hier nach Osten und Süden wendet, fast stets eine Temperatur hat, welche bedeutend höher ist, als die der darüber befindlichen Luft. Auch in andern Gegenden der Polarmeere treffen wir dieselben sehr häufig, und fast alle Reisenden, Cook, Kotzebue, Roß, Parry, Franklin und Scoresby, nebst älteren Beobachtern in der Sammlung von Purchas, erzählen uns so viele bekannte Thatsachen, daß es überflüssig ist, nur einige derselben zu erwähnen. Dabei zeigt sich der Umstand, daß der Nebel auf dem Meere oft eine sehr große Dichtigkeit hat, während die Spitze des Mastes sich in vollkommen heiterer Luft befindet [94]). Jedenfalls dürften auch hier geringe Temperaturdifferenzen Ursache dieser so niedrig schwebenden Nebel seyn.

Die Nebel, in welche die Bewohner der Gebirge meistens eingehüllt sind, erscheinen dem Beobachter in der Ebene von ferne als Wolken, welche sich um die Spitzen gelagert haben. Der Bau der letztern ist in den meisten Fällen eben so, als bei den Nebeln: es sind Dampfbläschen, welche in der Luft schweben. Wenn diese Bläschen sehr dicht neben einander befindlich sind, dann vereinigen sich mehrere zu einem Tropfen und fallen als Regen in die Tiefe. Wie groß der Einfluß der Gebirge auf diesen Niederschlag sey, davon zeugen folgende Thatsachen. Es giebt Gegenden der Erde, wo es nie regnet, oder wo der Regen doch zu den großen Seltenheiten gehört. In Ober-Aegypten ist dieses der

92) Wie läßt sich die Zunahme der Nebeltage mit der Höhe aus der Hypothese einer Abnahme der relativen Feuchtigkeit erklären?

93) An der Westküste Norwegens sind sie ebenfalls sehr häufig (L. v. Buch Reise nach Norwegen II, 66), aber hier findet Condensation an den Gebirgen Statt. S. Regen in Scandinavien.

94) Ross Entdeckungsreise S. 89. Scoresby Reise auf den Wallfischfang S. 200. Es ist dieses der *Stratus* nach Howard's Terminologie der Wolken.

Fall [95]); bei Theben regnet es zuweilen, jedoch nur an wenigen Tagen während des Jahres [96]). Eben ſo ſelten regnet es in der Sahara, und wenn in Fezzan auch zuweilen Niederſchläge Statt finden, ſo ereignen ſie ſich doch nicht häufig genug, um Ackerbau darauf zu treiben [97]); daſſelbe gilt von der kleinen Oaſe [98]). Eben dieſes bemerkt man auf dem Plateau von Iran (Perſien). Hier zeigen ſich faſt den ganzen Sommer hindurch keine Wolken und das glänzendſte Metall der Luft ausgeſetzt roſtet nicht [100]). Aber ſobald eine Gebirgskette auf dieſen Ebenen vorhanden iſt, regnet es öfter. So regnet es auf den Küſten Arabiens nicht; dagegen ſind auf den benachbarten Gebirgen die Regengüſſe zuweilen ſo heftig, daß rauſchende Bäche in die Ebene kommen [1]; um die Spitze des Sinai lagern ſich häufig Wolken und Gewitter [2]), gerade ſo wie um die Berge in der Thebaide und in Dſchibel Barkal bei Meroë [3]). Im ſchwarzen Harudſch in der Sahara ſind Regengüſſe häufiger [4]), und in der Gebirgsform zwiſchen dem Nil und dem rothen Meere regnet es eben ſo viel als in den Gebirgen von Paläſtina [5]), obgleich dort der Regen zuweilen Jahre lang ausbleibt [6]). Die gebirgigen Gegenden Ghilan und Mazanderan ſind in Perſien eben ſo durch ihre Fruchtbar-

---

95) Burckhardt Nubia p. 10, 362. Belzoni Narrative p. 312. Volney Voyage I, 50. Abdallatif relation ed. Sacy p. 2. Seneca Quaest. Nat. IV, 2.

96) Belzoni Narrative p. 124, 371.

97) Sherif Imhammed bei Lucas in den Proceedings I, 136. Hornemann Voyage I, 111. Denham und Clapperton Narrative p. XLIV.

98) Belzoni Narrative p. 417.

100) Malcolm history of Persia II, 507. Olivier Perſien I, 16. Ker Porter Travels II, 69. W. Ouseley Travels I, 31. Chardin Voyages III, 280.

1) Niebuhr Arabien S. 3. Valentia Reiſe I, 531.

2) 2 Buch Moſe XIX, 16.

3) Rüppell Reisen S. 74. 164.

4) Hornemann Voyage I, 83.

5) Burckhardt Nubia p. 10, 46, 175, 362. Bruce Reiſen 230.

6) Belzoni Narrative p. 311.

mehr, je höher wir aufsteigen, so daß auf dem Gotthardt der Sommer das Uebergewicht hat [92]).

Nirgends sind die Nebel in der Tiefe so häufig, als auf den Polarmeeren [93]); besonders ist dieses auf dem nördlichen Theile des atlantischen Meeres in der Nähe von New-Foundland der Fall: aber die berüchtigten Nebel dieser Gegend rühren davon her, daß der Golfstrom, welcher sich hier nach Osten und Süden wendet, fast stets eine Temperatur hat, welche bedeutend höher ist, als die der darüber befindlichen Luft. Auch in andern Gegenden der Polarmeere treffen wir dieselben sehr häufig, und fast alle Reisenden, Cook, Kotzebue, Roß, Parry, Franklin und Scoresby, nebst älteren Beobachtern in der Sammlung von Purchas, erzählen uns so viele bekannte Thatsachen, daß es überflüssig ist, nur einige derselben zu erwähnen. Dabei zeigt sich der Umstand, daß der Nebel auf dem Meere oft eine sehr große Dichtigkeit hat, während die Spitze des Mastes sich in vollkommen heiterer Luft befindet [94]). Jedenfalls dürften auch hier geringe Temperaturdifferenzen Ursache dieser so niedrig schwebenden Nebel seyn.

Die Nebel, in welche die Bewohner der Gebirge meistens eingehüllt sind, erscheinen dem Beobachter in der Ebene von ferne als Wolken, welche sich um die Spitzen gelagert haben. Der Bau der letztern ist in den meisten Fällen eben so, als bei den Nebeln: es sind Dampfbläschen, welche in der Luft schweben. Wenn diese Bläschen sehr dicht neben einander befindlich sind, dann vereinigen sich mehrere zu einem Tropfen und fallen als Regen in die Tiefe. Wie groß der Einfluß der Gebirge auf diesen Niederschlag sey, davon zeugen folgende Thatsachen. Es giebt Gegenden der Erde, wo es nie regnet, oder wo der Regen doch zu den großen Seltenheiten gehört. In Ober-Aegypten ist dieses der

92) Wie läßt sich die Zunahme der Nebeltage mit der Höhe aus der Hypothese einer Abnahme der relativen Feuchtigkeit erklären?

93) An der Westküste Norwegens sind sie ebenfalls sehr häufig (L. v. Buch Reise nach Norwegen II, 66), aber hier findet Condensation an den Gebirgen Statt. S. Regen in Scandinavien.

94) Ross Entdeckungsreise S. 89. Scoresby Reise auf den Wallfischfang S. 200. Es ist dieses der *Stratus* nach Howard's Terminologie der Wolken.

Phänomenes gegeben hat [10]), fügt hinzu, auf den Päſſen der Alpen ſey das Hervortreten, Bewegen und Wiederverſchwinden des Nebels eins der ſchönſten, lebhafteſten und auffallendſten Schauſpiele. Nicht ſelten ziehen die Nebel am Hoſpiz des Gotthardt ſchnell vorüber; mächtig und dicht drängen ſie ſich in das plötzlich herabſtürzende Thal von Tremola und über die Levantine hin. Man müßte glauben, in wenig Minuten ſey die ganze Lombardei mit Nebeln bedeckt. Allein die Wolken erreichen nicht einmal den Ausgang des Thales von Tremola, von dem aus der Tiefe aufſteigenden warmen Strome werden ſie ſchnell aufgelöſt. Und dieſe Wirkung warmer Ströme, beſonders dann, wenn die Dämpfe die Gebirgskette überſtiegen haben und ſich nun in die Tiefe ſenken, zeigt ſich häufig ſehr wirkſam. Auf der Silla de Caracas befand ſich Humboldt in einem ſehr dichten Nebel, plötzlich erhob ſich ein heftiger Oſtwind, die Temperatur ſtieg, und in weniger als zwei Minuten waren alle Wolken verſchwunden [11]). Eben ſo bemerkt Scoresby, daß die Gipfel der Berge oft in ruhig ſtehende Wolken gehüllt ſind, während ein heftiger Sturm weht und das übrige Gewölk mit Schnelligkeit fortführt; auf dem Benlomond bemerkte derſelbe einſt eine ruhig ſtehende Wolke, aber die Bläschen wurden ſo ſchnell fortgetrieben und der Wind war ſo heftig, daß er kaum ſtehen konnte [12]).

Die Vermiſchung der Luftſchichten von ungleicher Temperatur zeigt ſich bei den Inſeln in den Aequinoctialmeeren ſehr häufig. Seefahrer erkennen ſchon von ferne dieſe oft niedrigen Inſeln an Wolken, die über ihnen gelagert ſind [13]). Indem die vom Seewinde herbeigeführten Dämpfe in die Höhe ſteigen, werden ſie an

10) Abhandl. d. Berl. Acad. 1814—15. Phys. Cl. S. 89.

11) Humboldt Voyage IV, 245.

12) Scoresby Reiſe S. 347. Andere Thatſachen erzählen Sauſſure Reiſen I, 272. §. 294. IV, 29. §. 865. Daniell Essays p. 123. de Luc Modif. de l'atm. III, 282. §. 729. Dampier Traité des Vents p. 79. Hutton in Edinb. Trans. I, 65. Cunningham Neu-Südwales S. 99.

13) Hutton in Trans. of the Soc. of Edinburgh I, 59. 67. Humboldt Voyage XI, 129. Stubb in Phil. Trans. 1667. N. 27. p. 497 u. 718. Courejolles in Journ. de phys. LIV, 109. Dampier Traité des Vents p. 81.

der Gränze des obern und untern Luftstromes condensirt, und so entstehen selbst über kleinen Inseln Wolken oft in Gestalt eines Gürtels, welcher die Insel ringförmig einschließt.

Wenn wir die Wolken näher betrachten, so finden wir ungeachtet ihres verschiedenartigen Ansehens doch einige Aehnlichkeit in ihrem Bau; wir sind im Stande, sie unter verschiedene Hauptgruppen zu bringen. Schon ältere Meteorologen bezeichneten einzelne Wolken mit besonderen Namen, aber erst Luke Howard erwarb sich das Verdienst, eine bestimmte Terminologie einzuführen, welche allgemeine Aufnahme verdient [14]). Er unterscheidet drei wesentlich verschiedene Hauptformen von Wolken, den Cirrus, Cumulus und Stratus, denen sich dann noch vier Unterarten, theils als Uebergänge, theils als aus mehreren andern verbunden, anschließen, nämlich Cirrocumulus, Cirrostratus, Cumulostratus und Nimbus.

Der *Cirrus* oder die Federwolke besteht meistens aus zarten Fäden, welche bald als ein feiner weißlicher Federpinsel am blauen Himmel erscheinen, bald das Ansehen von gekräuselten Locken haben, bald sich netzförmig durchkreuzen. Von keiner Wolkenart ist das Ansehen so verschieden, zuweilen ändert der Cirrus in kurzer Zeit sein Ansehen, zu andern Zeiten steht er stundenlang ruhig an derselben Stelle, ja es trifft sich wohl, daß mehrere zugleich an sehr verschiedenen Punkten des Himmels stehende Federwolken dasselbe Ansehen haben [15]).

Der *Cumulus* oder die Haufenwolke zeigt sich in der einfachsten Form als Halbkugel über einer horizontalen Grundfläche; es häufen sich bald mehrere solcher einzelnen Halbkugeln zusammen und bilden die Wolken, welche am Horizonte stehend,

14) Wahrscheinlich behandelt Howard diesen Gegenstand ausführlich in dem mir unbekannten Climate of London. Die Ansichten Howard's sind vollständig entwickelt in Th. Forster Untersuchung über die Wolken und andere Erscheinungen in der Atmosphäre. A. d. Engl. v. Leipzig 1819. Brandes Beiträge zur Witterungskunde S. 286, in dem Artikel Cloud in Rees Cyclopaedia. Kastner Meteorologie III, 553. Müller in Gilbert's Annalen LV, 102.

15) Forster Wolken S. 5.

dem Dreiecke zu erhalten, ſo kann man dazu die Sonne mit gu
tem Erfolg anwenden. Wenn eine Wolke ſich in dem durch d
Sonne gehenden Verticalkreiſe befindet, ſo beachte man die Stel
wohin ihr Schatten fällt, und meſſe die Höhe der Sonne und d
Wolke. Da alle Sonnenſtrahlen unſerer Vorausſetzung zufolg
mit dem Horizonte gleiche Winkel bilden, ſo ſind in dem aufzu
löſenden Dreiecke die beiden Winkel gegeben, und wenn die Di
ſtanz des Beobachtungsortes von der Gränze des Schattens ge
meſſen wird, auch eine Seite, und alle Stücke laſſen ſich daher
beſtimmen [21a]).

Mit dieſem Verfahren nahe verwandt iſt das von Lam
bert angewendete [22]). Man beobachte den Punkt, wohin
die Gränze des Schattens einer Wolke fällt, welche ſich in der
durch die Sonne und den Beobachter gehenden Verticalkreiſe be
wegt; zugleich werde der Höhenwinkel der Wolke gemeſſen. Nach
einer bekannten Zeit werden beide Beobachtungen wiederholt und
die Diſtanz der Punkte, wohin der Schatten fiel, gemeſſen. Da
die Wolke ſich der Hypotheſe zufolge horizontal bewegt, ſo haben
wir in dem zu beſtimmenden Dreiecke die eine Seite, nämlich den
Weg der Wolke und die beiden anliegenden Winkel (Wechſelwinkel
der Höhenwinkel); das Problem iſt alſo beſtimmt. Da das Zeitinter
vall bekannt iſt, ſo erhält man zugleich die Geſchwindigkeit der Wolke.

Ein anderes Verfahren, die Höhe der Wolken aus ihrem
Schatten zu finden, hat Wrede angegeben [23]). Eine Wolke
ſtehe in dem durch die Sonne gehenden Verticalkreiſe; man be
achte die Punkte, wohin der Schatten fällt, und meſſe die Höhe
der den Schatten werfenden Ränder der Wolke, ſo haben wir in
dem durch die Wolke und den Beobachter gehenden Dreiecke die
eine Seite (Durchmeſſer der Wolke aus dem des Schattens gefun-

---

21a) Brandes Beiträge S. 336.

22) Mém. de Berlin 1773. p. 44. Lambert maß eigentlich zuerſt die
Geſchwindigkeit einer Wolke aus der Geſchwindigkeit des Schattens; er
dann nahm er an, daß alle Wolken zur Zeit der Beobachtung dieſelbe
Höhe und Geſchwindigkeit hätten, und leitete aus der Differenz der
Höhen und dem bekannten Zeitintervall die Diſtanz der Wolke von der
Erdoberfläche her.

23) Poggendorff's Annalen VII, 308. Wrede nimmt zugleich
auf den Halbſchatten und die Krümmung der Erde Rückſicht.

den) und die beiden anliegenden Winkel (Wechselwinkel der Höhenwinkel), mithin sind alle Stücke bekannt.

Wenn man sich auf einem etwas erhöhten Standpunkte befindet, so lassen sich diese Methoden mehr oder weniger leicht anwenden. Ausgezeichnete Bäume, Steine und andere Objecte können zur Bestimmung der Punkte angewendet werden, wohin der Schatten fällt, und diese Distanzen können dann entweder durch geodätische Messungen oder hinreichend genau vermittelst einer Specialkarte der Gegend gefunden werden. Vortheilhaft ist es übrigens bei jeder Wolke, dieselbe Messung nach einiger Zeit zu wiederholen; man erfährt dadurch außer der Geschwindigkeit auch, ob die Wolke sich in einer horizontalen oder geneigten Ebene bewege. Ist letzteres der Fall, so muß man bei dem Lambert'schen Verfahren die einfache, deshalb nöthige Correction anbringen. — Daß alle diese Methoden auch dann anwendbar sind, wenn der Himmel fast ganz bewölkt ist und sich einzelne Wolkenlücken zeigen, versteht sich von selbst.

Die gedachten Methoden setzen voraus, daß der Schatten der Wolke scharf begränzt sey, bei Cirris und den verwandten Wolkenarten ist der Umriß des Schattens so unbestimmt, daß man ihn aus der Ferne nicht zu erkennen vermag. Aus dem Grunde habe ich das Verfahren Riccioli's so abgeändert, daß ich ohne Gehülfen die Höhe der Wolken bestimmen konnte. Wenn eine solche Wolke längere Zeit hindurch dasselbe Ansehen behielt, so maß ich am Standpunkte A ihre Höhe; nach einer bekannten Zeit t wurde dieselbe Operation wiederholt; die Höhe betrage im ersten Falle a, im zweiten $a \pm x$ Grad. Hierauf ging ich nach dem zweiten Standpunkte B, welchen ich so wählte, daß er möglichst nahe in der Verticalebene lag, in welcher sich die Wolke bewegte. Hier wurde die Höhe aufs Neue gemessen und die Zeit beobachtet, welche zwischen dieser Messung und der zweiten am ersten Standpunkte verflossen war. Diese Zeit sey n. t. Um nun den Winkel zu erfahren, welchen man in A zur Zeit der Messung in B erhalten hätte, nahm ich zunächst an, daß sich der Höhenwinkel in gleichen Zeiten um dieselbe Größe ändere; es beträgt die Aenderung während der Zeit nt also nx und der berechnete Winkel wird $a \pm x \pm nx = a \pm (n \pm 1)\ x$ Grade. So sind in dem Dreiecke also eine Seite (die Distanz zwischen

Das rechtwinklige Dreieck EBH endlich giebt die verticale Höhe der Wolke BH.

Weitläuftiger wird die Rechnung, und wie es scheint: sicherer das Resultat, wenn die Wolke nicht in dem durch die Sonne gehenden Verticalkreise steht. Ich will diesen Fall nicht näher betrachten, sondern verweise auf Bernoulli's Abhandlung, bemerke jedoch, daß man auch hier stets die von B. überschlagene Refraction berücksichtigen müsse.

Bei Gewitterwolken ist häufig ein anderes Verfahren empfohlen worden [26]). Man mißt den Höhenwinkel, in welchem sich der Blitz zeigt, und beobachtet die Zahl von Secunden zwischen Blitz und Donner; nimmt man an, daß der Schall in Durchschnitte während der Secunde durch einen Raum von 1050 Fuß bewege, so erhält man die Entfernung des Blitzes vom Beobachtungsorte und aus dem beobachteten Zenithabstande die verticale Höhe.

Nach der Zahl mitgetheilter Methoden zu urtheilen, könnte man glauben, daß die Höhe der Wolken genau bekannt sey, da es giebt keinen einzigen Gegenstand der ganzen Meteorologie, vielleicht der ganzen Naturlehre, über welchen wir so wenig numerische Resultate besitzen. Es ist im hohen Grade wünschenswerth, daß Beobachter, die mit guten Werkzeugen versehen sind und in ihren Wohnungen freie Aussichten über Ebenen haben, Thatsachen zur Fixirung dieses Punktes sammeln. In welcher Höhe schweben die einzelnen Wolkenarten? Wie sinken oder steigen sie, wenn eine Modification in die andere übergeht? Ist die Höhe derselben Wolkenarten während des ganzen Jahres oder Tages gleich oder ungleich? Nach welchem Gesetze richten sich diese Aenderungen in der Höhe?

Die Beantwortung von diesen und ähnlichen Fragen muß künftigen Beobachtern überlassen bleiben, und alles was wir bis jetzt hierüber wissen, sind die ersten im hohen Grade unvollkommenen Umrisse zur Kenntniß eines Gegenstandes, dessen tiefere Ergründung für die gesammte Meteorologie von Wichtigkeit ist. Die Höhe derselben Wolkenart scheint zwischen den Wendekreisen und im Sommer weit größer zu seyn, als in höheren Breiten und

26) Lambert in den Mém. de Berlin 1773. p. 42.

n Winter [26a]); denn je niedriger die Temperatur, deſto früher uß in der Höhe ein Punkt kommen, wo der Niederſchlag ſo hwach wird, daß er kaum wahrnehmbar iſt. Ein Theil dieſer ehauptung ſcheint durch die Unterſuchung der Regenverhält- ſſe beſtätigt zu werden (ſ. Regen in Deutſchland und Scandina- en). Eben ſo ſcheint die Höhe der Wolken vom Morgen bis nige Zeit nach dem Maximo der täglichen Wärme zu wachſen und erauf wieder abzunehmen. So fand ich an einem günſtigen Tage Auguſt 1830 die Höhe von Cumulis von 8 Uhr bis 9 Uhr iſchen 5000 bis 6000 Fuß, um etwa 4 Uhr gegen 7000 Fuß, d nach 7 Uhr etwa 6000 Fuß, jedoch wage ich aus wenigen eſſungen noch kein allgemein gültiges Reſultat herzuleiten.

Ohne mich hier bei Hypotheſen aufzuhalten, will ich die enigen vorhandenen Meſſungen mittheilen. Riccioli be- mmte die Höhe einer weißglänzenden Wolke zu 2177 italien. chritt [27]); nach einer Mittheilung eines Jeſuiten, welcher viele eſſungen anſtellte, ſoll die Höhe nie über 5000 Schritt be- agen. Bouguer ſah die Wolken auf den Cordilleren mehrere ndert Toiſen über ſich [28]), was auch Humboldt von Schäf- en beobachtete [29]). Lambert beſtimmte die Höhe wahrſchein- h von einem Cumulus in Berlin zu 7500 Fuß [30]). Anhaltende eobachtungen hat Crosthwaite zu Keswick in England ange- llt; er benutzte die Höhe des 3150 Fuß hohen Berges Skid- w, um die Höhe jener Wolken zu beſtimmen, welche niedriger nden, als die Spitze des Berges [31]). Da wenigſtens in Deutſch- nd im Sommer die meiſten Wolken eine bedeutendere Höhe ben, ſo wird dieſes Verfahren kein ſonderliches Reſultat geben. ter 5381 Beobachtungen fand er 293 Wolken niedriger als 200 Fuß (engliſch), 1640 zwiſchen 1200 und 2400 Fuß, 300 zwiſchen 2400 und 3150 Fuß und alle übrigen höher als 150 Fuß.

---

26 a) Bouguer Figure de la Terre p. XXIV.
27) Riccioli Almag. nov. I, 82.
28) Bouguer Figure de la Terre p. XLIII,
29) Humboldt Voyage IV, 14.
30) Mém. de Berlin 1773. p. 44.
31) Dalton Méteor. Ess. p. 39. Kaſtner Meteorol. III, 231. Brandes Beiträge S. 335.

A und B) und beide Winkel gegeben, und die Höhe wird sehr bestimmt. In vielen Fällen wird diese erste Berechnung genügen; ändert sich aber der Winkel in kurzer Zeit sehr bedeutend dann ist eine zweite Berechnung nöthig. Man sieht diese zum gefundene Höhe als Halbmesser, die Linie, in welcher sich die Wolke bewegt, als Tangente an, und berechnet die Aenderung der Tangente während der Zeit t vermittelst der bekannten Differenz des Höhenwinkels x; die Länge der Tangente bei der ersten Messung in a sey b, bei der zweiten c, so ist $b + n(b - c)$ die Tangente des Höhenwinkels bei der Messung in B, und man erhält nun die Höhe genauer. Meistens aber genügt das erste Verfahren; denn wenn diese hoch schwebenden Wolken sich sehr schnell bewegen, so ändern sie ihr Ansehen meistens in kurzer Zeit, und das ganze Verfahren ist nicht anwendbar. Wie gering der Unterschied der zweiten Rechnung sey, möge folgende Beobachtung an einem Cirrostratus zeigen. Der Winkel an der ersten Station betrug 40° 10′, und 10 Minuten später 39° 45′, mithin die Höhenänderung in 10 Minuten 25′. An einem zweiten 12684 Fuß entfernten Standpunkte fand ich 20 Minuten nach der letzten Beobachtung den Höhenwinkel 45° 10′ oder den Winkel des Dreieckes 134° 50′. Während dieser Zeit wurde der Winkel an der ersten Station $39° 45′ - 2 \cdot 25′ = 38° 50′$. Werden diese Stücke angewendet, so ergiebt sich für die Höhe der Wolke 10983 Fuß. Sehe ich diese Größe als Radius an, und berechne vermittelst ihrer den Winkel in A zur Zeit der Messung in B, so hätte ich 38° 56′ erhalten, während oben 38° 55′ gefunden wurde, und die damit berechnete Höhe würde um eine völlig zu übersehende Größe von der obigen abgewichen seyn.

Die für scharf begränzte Cumuli angegebenen Methoden lassen sich auch dann anwenden, wenn Wolke oder Schatten nicht in dem durch die Sonne gehenden Verticalkreise liegen; man muß dann aber zugleich auf die Azimuthe Rücksicht nehmen und hat die Höhe einer dreiseitigen Pyramide zu berechnen, deren verticale Kante durch die Wolke geht. Die Berechnung wird in diesen Fällen weitläuftiger und die Resultate haben mir größere Differenzen gezeigt, als im obigen Falle. Auch das für Cirri empfohlene Verfahren läßt nur selten eine große Genauigkeit zu, und unter zehn Messungen an verschiedenen Wolken erhält man viel-

leicht ein einziges brauchbares Resultat. Jedoch kenne ich keine Methode, welche ein einziger Beobachter während des Tages anwenden könnte; während der Dämmerung aber kann man ein Verfahren anwenden, welches Jac. Bernoulli empfohlen hat [24]).

Ist die Sonne eben untergegangen, so werden alle einzelnen am Himmel stehenden Wolken noch von ihr beschienen und erscheinen mehr oder weniger geröthet; so wie sie tiefer sinkt, werden die am östlichen Horizonte stehenden Wolken nicht mehr beschienen, sie erscheinen mehr oder weniger dunkel, während die im Zenith und am westlichen Himmel stehenden noch erleuchtet werden. Der Moment, wo die Beleuchtung aufhört, läßt sich meistens scharf wahrnehmen und so die Tiefe der Sonne unter dem Horizonte berechnen; aus dem Azimuth und der Höhe der Wolke läßt sich dann ihre Distanz von der Erdoberfläche finden.

Ich will nur den Fall betrachten, wo die Wolke in dem durch die Sonne gehenden Verticalkreise steht. Es bezeichne der Kreis CE einen Durchschnitt der Erde, und es sey DH der durch den Beobachtungsort gehende Horizont, B die Wolke, welche eben von dem Lichtstrahle FB verlassen wird, BEH der Höhenwinkel der Wolke; die Zeit, wo die Sonne diese Wolke eben verläßt, sey bekannt, so ist auch ihre Tiefe unter dem Horizonte gegeben, letztere ist gleich dem Winkel CAE. Verlängern wir die Verticallinie so weit, bis sie die Lichtstrahlen in G trifft, so ist in dem Dreiecke CAG gegeben die Seite CA als Erdhalbmesser, $\angle$ CAG = Tiefe der Sonne unter dem Horizonte und $\angle$ ACG = 90° — Horizontalrefraction; dadurch wird die Seite AG gefunden, und subtrahiren wir davon AE, so erhalten wir EG [25]). In dem Dreiecke EGB ist gegeben die Seite EG, $\angle$ GEB als Zenithabstand der Wolke und $\angle$ EGB = 90° — Tiefe der Sonne unter dem Horizonte; es ist mithin auch die Seite EB bekannt.

---

24) Jac. Bernoulli Opera. 4. Genf 1744. I, 336. Acta Eruditorum 1688. Febr. p. 98. Brandes Beiträge S. 336. Nach einer Mittheilung des Hrn. Dr. Schrön in Jena hat der verstorbene Posselt sehr viele Messungen hierüber angestellt, aber die Resultate scheinen nicht bekannt gemacht zu seyn.

25) In dem Falle, wo die Wolke im Zenith steht, ist EG ihre Höhe.

Das rechtwinklige Dreieck EBH endlich giebt die verticale Höhe der Wolke BH.

Weitläuftiger wird die Rechnung, und wie es ſcheint unſicherer das Reſultat, wenn die Wolke nicht in dem durch die Sonne gehenden Verticalkreiſe ſteht. Ich will dieſen Fall nicht näher betrachten, ſondern verweiſe auf Bernoulli's Abhandlung, bemerke jedoch, daß man auch hier ſtets die von B. überſehene Refraction berückſichtigen müſſe.

Bei Gewitterwolken iſt häufig ein anderes Verfahren empfohlen worden [26]). Man mißt den Höhenwinkel, in welchem ſich der Blitz zeigt, und beobachtet die Zahl von Secunden zwiſchen Blitz und Donner; nimmt man an, daß der Schall ſich im Durchſchnitte während der Secunde durch einen Raum von 1050 Fuß bewege, ſo erhält man die Entfernung des Blitzes vom Beobachtungsorte und aus dem beobachteten Zenithabſtande die verticale Höhe.

Nach der Zahl mitgetheilter Methoden zu urtheilen, könnte man glauben, daß die Höhe der Wolken genau bekannt ſey, aber es giebt keinen einzigen Gegenſtand der ganzen Meteorologie, vielleicht der ganzen Naturlehre, über welchen wir ſo wenig numeriſche Reſultate beſitzen. Es iſt im hohen Grade wünſchenswerth, daß Beobachter, die mit guten Werkzeugen verſehen ſind und aus ihren Wohnungen freie Ausſichten über Ebenen haben, Thatſachen zur Fixirung dieſes Punktes ſammeln. In welcher Höhe ſchweben die einzelnen Wolkenarten? Wie ſinken oder ſteigen ſie, wenn eine Modification in die andere übergeht? Iſt die Höhe derſelben Wolkenarten während des ganzen Jahres oder Tages gleich oder ungleich? Nach welchem Geſetze richten ſich dieſe Aenderungen in der Höhe?

Die Beantwortung von dieſen und ähnlichen Fragen muß künftigen Beobachtern überlaſſen bleiben, und alles was wir bis jetzt hierüber wiſſen, ſind die erſten im hohen Grade unvollkommenen Umriſſe zur Kenntniß eines Gegenſtandes, deſſen tiefere Begründung für die geſammte Meteorologie von Wichtigkeit iſt. Die Höhe derſelben Wolkenart ſcheint zwiſchen den Wendekreiſen und im Sommer weit größer zu ſeyn, als in höheren Breiten und im

26) Lambert in den Mém. de Berlin 1773. p. 42.

sich diese Bildung über den ganzen Himmel; die untergehende Sonne erscheint mehr oder weniger blutroth durch diese Wolken. Dieses ist ein sicheres Vorzeichen von Regen, der noch während der Nacht oder am folgenden Tage kommt [53]). Solche Wolkenstreifen, durch welche die untergehende Sonne sehr matt erscheint, deuten zwischen den Wendekreisen ebenfalls Regen und Unwetter an [54]).

Zur Zeit von Regenwetter bedeckt diese Wolkenart oft große Stellen des Himmels, unter welcher die Regenwolken schnell fortziehen; zu andern Zeiten erscheint sie in Gestalt langgedehnter schmaler Massen, welche besonders von der untergehenden Sonne sehr schön gefärbt erscheinen. So lange sie noch in Menge vorherrscht und Regenwolken darunter fortziehen, dürfen wir auf kein heiteres Wetter rechnen [55]).

Es geschieht nicht selten, daß diese Wolkenart in Gestalt eines schmalen Streifens von geringer Breite von einem Ende des Horizontes bis zum andern reicht. Diese Streifen fallen häufig mit dem Meridiane zusammen [56]), oder sie liegen im magnetischen Meridiane und sind dann Vorboten von Nordlichtern [57]). Der Grund hievon scheint darin zu liegen, daß der ankommende feuchte Südwind den Nordwind zurücktreibt [58]), und daß sich hier an der Gränze ungleich warmer Winde Dämpfe niederschlagen. Solcher Wolkenstreifen sieht man oft mehrere, sie haben ganz das Ansehen von größten Kreisen, die von einem gemeinsamen Punkte auslaufen und sich über den Himmel verbreiten. Indessen ist diese scheinbare Krümmung, so wie die Convergenz der Wolken nur ein optischer Betrug, die Wolkenstreifen sind mehr oder weniger parallel, wie dieses Kästner, Kries und Wrede gezeigt haben [59]).

---

53) Forster Wolken S. 56.

54) Humboldt Voyage II, 129.

55) Brandes Beiträge l. l.

56) Lampadius Atmosphärologie S. 130.

57) Thienemann in Gilbert's Annalen LXXV, 59.

58) Dove in Poggendorff's Annalen l. l.

59) Kästner Vollst. Lehrbegriff d. Optik nach Smith S. 420. Kries in Poggendorff's Annalen V, 89. Wrede das. VII, 217.

Wir wollen deshalb annehmen, es ſey AB (Fig. 13) der Durchſchnitt des Horizontes, und es ſeyen CG und DH zwei horizontale Parallellinien, deren Mitte ſich im Zenith des Beobachters in A befinden möge. Es ſeyen AC, AD, AE, ... Lichtſtrahlen, welche von dieſen Linien zum Auge gelangen. Setzen wir $AC = AD = a$, $CD = EF = GH. = b$, ſo wird offenbar $\sin \frac{1}{2} CAD = \frac{b}{2a}$. Setzen wir ferner die Zenithabſtände $CAE = \varphi$, $CAG = \varphi'$ u. ſ. w., ſo wird $AE = \frac{a}{\cos \varphi}$, $AG = \frac{a}{\cos \varphi'}$; .... Bezeichnen wir die Winkel CAD, EAF, ... der Reihe nach mit α, α', α''...., ſo wird

$$\sin \tfrac{1}{2} \alpha = \frac{b}{2a}$$

$$\sin \tfrac{1}{2} \alpha' = \frac{b}{2a} \cdot \cos \varphi'$$

$$\sin \tfrac{1}{2} \alpha'' = \frac{b}{2a} \cdot \cos \varphi''$$

. . . . . .

und da der Zenithabſtand endlich Null wird, ſo kommen die Linien ſcheinbar in einem Punkte zuſammen. Iſt α ſo klein, daß wir die Bögen ſtatt der Sinus nehmen können, ſo verhält ſich $\alpha : \alpha' : \alpha'' : \alpha''' \ldots = 1 : \cos \varphi' : \cos \varphi'' : \cos \varphi''' \ldots$. Eben ſo aber verhalten ſich die Bögen der Parallelkreiſe, welche zwiſchen denſelben Meridianen liegen. Da ferner $\sin EAF = \cos \varphi'$, $\sin GAB = \cos \varphi'' \ldots$, ſo erhalten wir für die Sinus der Höhen dieſelben Größen, welche man erhält, wenn man durch den Mittelpunkt einer Kugel eine Ebene legt und den Abſtand verſchiedener Punkte eines Verticalkreiſes von dieſer Ebene aufſucht.

Wir haben bereits oben (S. 365) erwähnt, daß der condenſirte Dampf der Nebel und Wolken die Geſtalt hohler Bläschen annimmt. Wenn jedoch die Temperatur ſehr niedrig iſt, dann ſcheint der Dampf entweder unmittelbar die Geſtalt kleiner Schneeflocken anzunehmen oder doch nur ſehr kurze Zeit in der Bläschenform zu bleiben. So erzählt Maupertuis, daß, wenn in Torneo die kalte Luft durch die geöffneten Thüren der

warmen Zimmers eindrang, sogleich wirbelnde Schneeflocken aus dem Dampfe niedergeschlagen wurden [60]), und nach Hutton's Bericht hat man dasselbe Phänomen in Petersburg beobachtet [61]).

Der Durchmesser dieser Bläschen ist sehr ungleich, vielleicht hängt derselbe von der Temperaturdifferenz des Dampfes und des umgebenden Mittels ab. Kratzenstein [62]) bestimmt den äußern Durchmesser zu 0,000278 Zoll, H. B. v. Sauſſure giebt den kleinsten 0,000219, den größten 0,000360 Zoll [63]). Durch Untersuchungen über Höfe um Sonne und Mond fand Fraunhofer 0,000578, in einem zweiten Falle 0,000193, in einem dritten 0,00061 und in einem vierten 0,00115 Zoll [64]).

Noch verschiedener als der Durchmesser der Bläschen ist wahrscheinlich die Dicke ihrer Hülle. Kratzenstein, welcher überhaupt zuerst genauere Untersuchungen über diesen Gegenstand anstellte, schätzt ihre Dicke bei gewöhnlicher Dichtigkeit der Luft zu 0,000025 Zoll (englisch), wobei er sich auf Newton's bekannte Versuche über die Dicke der Seifenblasen, wenn sie bestimmte Farben zeigen, stützt [65]). Wenn jedoch die Menge der Dämpfe nicht viel größer ist, als diejenige, welche die Luft bei der Statt findenden Temperatur im Maximo enthalten kann, dann scheint mir diese Dicke geringer zu seyn, und ich glaube, daß dieselbe zunimmt, so wie jener Unterschied größer, die Menge der Bläschen in demselben Raume also bedeutender wird.

Ohne die große Menge von Hypotheſen zu erwähnen, welche über den Inhalt dieser Kügelchen aufgestellt worden sind und welche Muncke sehr ausführlich mittheilt [66]), genüge die Bemerkung, daß schon Kratzenstein aus den Versuchen über die

60) Maupertuis discours sur la mesure de la terre, in Oeuvres de Maupertuis. 8. Lion 1768. III, 153.

61) Edinburgh Trans. I, 48.

62) Chr. Gottl. Kratzenstein Abhandlung vom Aufsteigen der Dünste und Dämpfe, welche von der Academie zu Bordeaux den Preis erhalten. 8. Halle 1746. S. 28.

63) Sauſſure Hygrometrie S. 236. §. 202.

64) Schumacher astronom. Abhandlungen Heft 3. S. 62.

65) Kratzenstein S. 32.

66) Gehler's Wörterb. Art. *Dunst*.

Wir wo
Durchschnitt d
zontale, Para
ters in A be
strahlen, we
wir AC =
bar sin $\frac{1}{2}$ C
CAE = ¢
AG = $\frac{}{c}$
der Reihe

und d
Linien
daß r
sich α
Eben
zwis
=
Sin
ma
Ab
au
de

: so bedeutend ist, so wird sie vielleicht bei den
noch durch eine Adhäsion zwischen der Hülle und
chen Luft vergrößert; es wird mehrer Ansicht zu-
ieſe Adhäsion durch die Absorption der Luft durch
heinlich gemacht.

ie Geschwindigkeit der fallenden Bläschen schon in
sehr gering ist, dann bedarf es nur unbedeutender
n dieses Fallen gänzlich zu verhindern. Wenn die
der Sonne beschienen wird, so wird ein Theil der
auffallenden Strahlen absorbirt, dadurch die Luft in
n den Bläschen ausgedehnt, während der untere im
egende Theil der Atmosphäre erkaltet. Hiedurch wird
keit der Wolken verkleinert, der Widerstand vergrö-
Diese durch die Sonne erzeugte Compensation kann in
Fällen noch durch die Wärme verstärkt werden, welche
Niederschlage des Dampfes frei wird. De Luc wenig-
chte auf den Alpen die Bemerkung, daß das Thermome-
Innern einer Wolke höher stand, als in freier Luft bei
n Himmel [72]). Jedoch möchte ich dieser Wärmequelle keine
utende Rolle einräumen, als öfters geschehen ist, da
lens sehr häufig auf Bergen die Temperatur sogleich sinkt,
der Beobachter von einer Wolke eingehüllt wird [73]).

Durch die nothwendig bei diesen Temperaturdifferenzen ent-
nden Winde, welche die sehr langsam fallenden Bläschen
verschiedenen Richtungen führen, wird das Schweben noch
r erleichtert. Die über der Wolke befindliche Luft ist wegen
Absorption der Strahlen durch den wenig durchsichtigen Dampf
rmer als die Theile des heitern Himmels bei derselben Höhe,
n aufsteigender Strom über den Wolken ist Folge davon; die
twärts ankommenden Luftmassen, welche in kurzer Zeit eben-
alls in die Höhe steigen, reißen die Bläschen mechanisch mit sich
ort. Aehnliche Ströme zeigen sich unter der Wolke, welche
ebenfalls dazu beitragen, das Sinken der Bläschen zu verhin-
dern. Der vom Boden aufsteigende warme Luftstrom endlich

71) Fresnel in Biblioth. univ. XXI, 260.
72) de Luc Idées II, 101. §. 607. Modif. de l'atm. III, 251.
73) Humboldt Voyage IV, 226.

Abſorption der Luft durch Waſſer ſehr richtig folgerte, daß ſich im Innern Luft befände [67]); wären dieſelben leer, ſo würden ſie nothwendig durch den Druck der äußern Luft ſogleich zuſammengepreßt werden. Daß dieſe Luft eben ſo wie die umgebende mit Dämpfen geſättigt iſt, folgt von ſelbſt aus dem Verhalten der Dämpfe.

Die vielen Hypotheſen über den Inhalt dieſer Bläschen wurden beſonders deshalb aufgeſtellt, um ſich ihr Aufſteigen und ihr Schweben in der Luft zu erklären. Geben wir dem Bläschen einen Durchmeſſer von 0″,0003, und eine Dicke von 0″,00002, ſo iſt ſeine Dichtigkeit nahe 200 Mal größer als die der Luft, wenn wir für ſeinen Inhalt trockene Luft annehmen. Wird ein ſolcher Körper ſich ſelbſt überlaſſen, ſo muß er nothwendig fallen und er durchläuft in der erſten Secunde nach dem von Euler entwickelten Ausdrucke [68]) einen Weg von mehreren Fußen. Die Erfahrung aber zeigt ein Aufſteigen des eben entwickelten Dampfes. Nach den Meſſungen von Kratzenſtein ſteigt ein ſolches von ſiedendem Waſſer erzeugtes Bläschen in 3 Secunden 2½ Fuß in die Höhe [69]).

Bei dem bloßen Schweben ſpielt gewiß der Widerſtand der Luft eine ſehr bedeutende Rolle. Die Geſetze dieſes Widerſtandes ſind noch viel zu wenig bekannt, um aus den Verſuchen mit größeren Körpern allgemeine Geſetze herzuleiten; wenigſtens ſcheinen die gefundenen Reſultate eben ſo wenig auf Körper von ſehr geringen Dimenſionen anwendbar zu ſeyn, als dieſes durch die Verſuche von Robins und Hutton für große Geſchwindigkeiten erwieſen iſt. Daß für Körper von kleinen Dimenſionen der Widerſtand weit bedeutender, die Fallgeſchwindigkeit weit geringer iſt, als es nach der Theorie ſeyn ſollte, geht beſonders daraus hervor, daß Sand- und Staubmaſſen lange Zeit in der Luft ſchweben können, während größere Körper von derſelben Dichtigkeit ſchnell zur Erde ſinken [70]). Sehen wir nun, daß der Wider-

67) Kratzenſtein S. 36.

68) Benj. Robins Neue Grundſätze der Artillerie, mit Anmerk. v. Euler. 8. Berlin 1745. S. 516.

69) Kratzenſtein S. 2.

70) Hamilton in Phil. Trans. 1765. p. 162. Forſter Beob. S. 94.

stand schon hier so bedeutend ist, so wird er vielleicht bei den Dampfbläschen noch durch eine Adhäsion zwischen der Hülle und der atmosphärischen Luft vergrößert; es wird meiner Ansicht zufolge meistens diese Adhäsion durch die Absorption der Luft durch Wasser wahrscheinlich gemacht.

Wenn die Geschwindigkeit der fallenden Bläschen schon in ruhiger Luft sehr gering ist, dann bedarf es nur unbedeutender Ursachen, um dieses Fallen gänzlich zu verhindern. Wenn die Wolke von der Sonne beschienen wird, so wird ein Theil der Wärme der auffallenden Strahlen absorbirt, dadurch die Luft in und zwischen den Bläschen ausgedehnt, während der untere im Schatten liegende Theil der Atmosphäre erkaltet. Hiedurch wird die Dichtigkeit der Wolken verkleinert, der Widerstand vergrößert [71]). Diese durch die Sonne erzeugte Compensation kann in manchen Fällen noch durch die Wärme verstärkt werden, welche bei dem Niederschlage des Dampfes frei wird. De Luc wenigstens machte auf den Alpen die Bemerkung, daß das Thermometer im Innern einer Wolke höher stand, als in freier Luft bei heiterem Himmel [72]). Jedoch möchte ich dieser Wärmequelle keine so bedeutende Rolle einräumen, als öfters geschehen ist, da wenigstens sehr häufig auf Bergen die Temperatur sogleich sinkt, so wie der Beobachter von einer Wolke eingehüllt wird [73]).

Durch die nothwendig bei diesen Temperaturdifferenzen entstehenden Winde, welche die sehr langsam fallenden Bläschen nach verschiedenen Richtungen führen, wird das Schweben noch mehr erleichtert. Die über der Wolke befindliche Luft ist wegen der Absorption der Strahlen durch den wenig durchsichtigen Dampf wärmer als die Theile des heitern Himmels bei derselben Höhe, ein aufsteigender Strom über den Wolken ist Folge davon; die seitwärts ankommenden Luftmassen, welche in kurzer Zeit ebenfalls in die Höhe steigen, reißen die Bläschen mechanisch mit sich fort. Aehnliche Ströme zeigen sich unter der Wolke, welche ebenfalls dazu beitragen, das Sinken der Bläschen zu verhindern. Der vom Boden aufsteigende warme Luftstrom endlich

71) Fresnel in Biblioth. univ. XXI, 260.
72) de Luc Idées II, 101. §. 607. Modif. de l'atm. III, 251.
73) Humboldt Voyage IV, 226.

wird die ſinkenden Theilchen ebenfalls mit ſich in die Höhe reißen [74]).

Schwerlich aber dürfen wir annehmen, daß eine Wolke ſtets derſelbe Körper ſey; ſich folgende Condenſationen des Dampfes und Verdunſtungen anderer Nebelbläschen ſind eben ſo wichtige Urſachen von dieſem Schweben. Wer den Dampf über großen ſiedenden Waſſermaſſen, z. B. die Schwadenfänge der Salinen, den Herbſtnebel über Flüſſen näher betrachtet, wird ſich bald überzeugen, daß dieſe von weitem ruhig ausſehenden Maſſen in unaufhörlicher Bewegung ſind. Die Dämpfe (unſichtbare) ſteigen, wie ſchon Kratzenſtein richtig bemerkte, durch den warmem Luftſtrom in die Höhe [75]); treffen dieſe wie in den angeführten Beiſpielen auf kältere aber nicht geſättigte Luft, ſo werden ſie hier condenſirt und nach einiger Zeit von den trockenen Luftmaſſen aufgelöſt. Wenn daher auch Nebelbläschen in die Tiefe ſinken, ſo mögen ſie ſich hier bald auflöſen, während Luftſtröme geſättigte Luft zu der Wolke bringen, deren Dämpfe dann aufs Neue condenſirt werden, gerade ſo wie es bei den Nebeln über Flüſſen der Fall iſt, wo an der Oberfläche des Waſſers Dämpfe entwickelt und condenſirt, in größerer Entfernung aufgelöſt werden.

Was hier von dem mechaniſchen Widerſtande geſagt wurde welchen die Luft den fallenden Bläschen entgegenſetzt, läßt ſich auch auf Schneetheilchen anwenden, welche in der Luft ſchweben. Wie bedeutend bei dieſen der Widerſtand ſey, geht aus der geringen Endgeſchwindigkeit hervor, welche dieſe ſchon aus bedeutender Höhe fallenden Körper in der Nähe der Erde haben. Da es wahrſcheinlich iſt, daß in den Wolken der niedergeſchlagene Dampf zuweilen die Geſtalt von kleinen Tröpfchen habe, wie dieſes wenigſtens manche optiſche Erſcheinungen zu beweiſen ſcheinen, wo wir neben den Phänomenen, die uns Bläschen zeigen, auch ſolche

74) Annales de chimie XXI, 59. Sehen wir, daß dieſer Strom bei großer Lebhaftigkeit ſogar Sandtheilchen bis zu bedeutender Höhe und Entfernung führt (ſ. oben S. 263 u. 264), dann dürfen wir uns kaum wundern, wenn die Dampfbläschen ſo lange ſchwebend erhalten werden. Vgl. Berzelius Jahresbericht 2ter Jahrg. S. 67.

75) Kratzenſtein vom Aufſteigen u. ſ. w. S. 49.

beobachten, welche durch Tropfen hervorgebracht werden, so läßt sich auch auf diese Tropfen dasselbe anwenden.

Die drei bisher beobachteten Wolkenarten gehen häufig in einander über, namentlich verwandelt sich der Cirrus in Cirrostratus, vielfach seltener findet der umgekehrte Uebergang Statt; eben so erinnere ich mich nur weniger Beispiele, wo sich der Cirrus in einen reinen Cirrocumulus verwandelt hatte, obgleich dieses nach den Bemerkungen Howard's und Forster's in England häufiger der Fall seyn muß. Bei diesem Uebergange scheint der Cirrus in die Tiefe zu sinken, wie wenigstens die oben angegebenen Höhen anzudeuten scheinen, obgleich zum Beweise dieser Behauptung noch vielfache Beobachtungen erfoderlich sind. Ich glaube aber, daß nicht blos die oben erwähnte Zunahme der Dichtigkeit und das Herabsinken der Theilchen den Unterschied zwischen Cirrus und Cirrostratus bedingt, sondern daß die Theilchen selbst in den meisten Fällen von einander verschieden sind. Der Verfasser des Artikels *Cloud* in Rees Cyclopaedia vermuthet, daß der Cirrus aus Eistheilchen bestehe. Nehmen wir an, die Wärme der Luft betrage 30°, und rechnen wir, daß dieselbe für eine Höhendifferenz von 80' um 1° kleiner werde (s. oben S. 136), so haben wir schon in einer Höhe von 15000 Fuß die Temperatur des Gefrierpunktes, über diese hinaus wird sich Dampf in Eis verwandeln. Das blendend weiße Ansehen dieser Wolken macht diese Behauptung nicht minder wahrscheinlich. Wird aber zugegeben, daß die größeren Höfe um Sonne und Mond durch Brechung der Strahlen in Eistheilchen erzeugt werden (s. 8ter Abschnitt), dann glaube ich behaupten zu dürfen, daß alle, oder die bei weitem meisten Cirri aus Schneetheilchen bestehen. Wenn man die Stellen dieser Wolken, die einen Abstand von etwa 22 Grad von der Sonne haben, vermittelst eines geschwärzten Glasspiegels betrachtet, so wird man bei einiger Uebung sehr bald in den meisten kleine Stücke von Höfen wahrnehmen, welche sich freilich oft nur durch größere Lichtstärke zu erkennen geben; öfter, vielleicht dann, wenn Ströme die Theilchen lebhafter bewegen, sind diese Höfe nicht wahrzunehmen: man darf aber dann dieselbe Wolke nur längere Zeit auf die angegebene Art beobachten, so wird man abwechselnd bald an dieser, bald an jener Stelle Spuren von Höfen wahrnehmen.

wird die ſinkenden Theilchen ebenfalls mit ſich in die Höhe reißen [74]).

Schwerlich aber dürfen wir annehmen, daß eine Wolke ſtets derſelbe Körper ſey; ſich folgende Condenſationen des Dampfes und Verdunſtungen anderer Nebelbläschen ſind eben ſo wichtige Urſachen von dieſem Schweben. Wer den Dampf über großen ſiedenden Waſſermaſſen, z. B. die Schwadenfänge der Salinen, den Herbſtnebel über Flüſſen näher betrachtet, wird ſich bald überzeugen, daß dieſe von weitem ruhig ausſehenden Maſſen in unaufhörlicher Bewegung ſind. Die Dämpfe (unſichtbare) ſteigen, wie ſchon Kratzenſtein richtig bemerkte, durch den warmem Luftſtrom in die Höhe [75]); treffen dieſe wie in den angeführten Beiſpielen auf kältere aber nicht geſättigte Luft, ſo werden ſie hier condenſirt und nach einiger Zeit von den trockenen Luftmaſſen aufgelöſt. Wenn daher auch Nebelbläschen in die Tiefe ſinken, ſo mögen ſie ſich hier bald auflöſen, während Luftſtröme geſättigte Luft zu der Wolke bringen, deren Dämpfe dann aufs Neue condenſirt werden, gerade ſo wie es bei den Nebeln über Flüſſen der Fall iſt, wo an der Oberfläche des Waſſers Dämpfe entwickelt und condenſirt, in größerer Entfernung aufgelöſt werden.

Was hier von dem mechaniſchen Widerſtande geſagt wurde welchen die Luft den fallenden Bläschen entgegenſetzt, läßt ſich auch auf Schneetheilchen anwenden, welche in der Luft ſchweben. Wie bedeutend bei dieſen der Widerſtand ſey, geht aus der geringen Endgeſchwindigkeit hervor, welche dieſe ſchon aus bedeutender Höhe fallenden Körper in der Nähe der Erde haben. Da es wahrſcheinlich iſt, daß in den Wolken der niedergeſchlagene Dampf zuweilen die Geſtalt von kleinen Tröpfchen habe, wie dieſes wenigſtens manche optiſche Erſcheinungen zu beweiſen ſcheinen, wo wir neben den Phänomenen, die uns Bläschen zeigen, auch ſolche

74) Annales de chimie XXI, 59. Sehen wir, daß dieſer Strom in großer Lebhaftigkeit ſogar Sandtheilchen bis zu bedeutender Höhe und Entfernung führt (ſ. oben S. 263 u. 264), dann dürfen wir uns kaum wundern, wenn die Dampfbläschen ſo lange ſchwebend erhalten werden. Vgl. Berzelius Jahresbericht 2ter Jahrg. S. 67.

75) Kratzenſtein vom Aufſteigen u. ſ. w. S. 49.

beobachten, welche durch Tropfen hervorgebracht werden, so läßt sich auch auf diese Tropfen dasselbe anwenden.

Die drei bisher beobachteten Wolkenarten gehen häufig in einander über, namentlich verwandelt sich der Cirrus in Cirrostratus, vielfach seltener findet der umgekehrte Uebergang Statt; eben so erinnere ich mich nur weniger Beispiele, wo sich der Cirrus in einen reinen Cirrocumulus verwandelt hatte, obgleich dieses nach den Bemerkungen Howard's und Forster's in England häufiger der Fall seyn muß. Bei diesem Uebergange scheint der Cirrus in die Tiefe zu sinken, wie wenigstens die oben angegebenen Höhen anzudeuten scheinen, obgleich zum Beweise dieser Behauptung noch vielfache Beobachtungen erforderlich sind. Ich glaube aber, daß nicht blos die oben erwähnte Zunahme der Dichtigkeit und das Herabsinken der Theilchen den Unterschied zwischen Cirrus und Cirrostratus bedingt, sondern daß die Theilchen selbst in den meisten Fällen von einander verschieden sind. Der Verfasser des Artikels *Cloud* in Rees Cyclopaedia vermuthet, daß der Cirrus aus Eistheilchen bestehe. Nehmen wir an, die Wärme der Luft betrage 30°, und rechnen wir, daß dieselbe für eine Höhendifferenz von 80^t um 1° kleiner werde (s. oben S. 136), so haben wir schon in einer Höhe von 15000 Fuß die Temperatur des Gefrierpunktes, über diese hinaus wird sich Dampf in Eis verwandeln. Das blendend weiße Ansehen dieser Wolken macht diese Behauptung nicht minder wahrscheinlich. Wird aber zugegeben, daß die größeren Höfe um Sonne und Mond durch Brechung der Strahlen in Eistheilchen erzeugt werden (s. 8ter Abschnitt), dann glaube ich behaupten zu dürfen, daß alle, oder die bei weitem meisten Cirri aus Schneetheilchen bestehen. Wenn man die Stellen dieser Wolken, die einen Abstand von etwa 22 Grad von der Sonne haben, vermittelst eines geschwärzten Glasspiegels betrachtet, so wird man bei einiger Uebung sehr bald in den meisten kleine Stücke von Höfen wahrnehmen, welche sich freilich oft nur durch größere Lichtstärke zu erkennen geben; öfter, vielleicht dann, wenn Ströme die Theilchen lebhafter bewegen, sind diese Höfe nicht wahrzunehmen: man darf aber dann dieselbe Wolke nur längere Zeit auf die angegebene Art beobachten, so wird man abwechselnd bald an dieser, bald an jener Stelle Spuren von Höfen wahrnehmen.

In blofen Cirrostratis habe ich dieſe Höhe weit ſeltener beobachtet; nur dann, wenn der ganze Himmel ein ſehr mattes Anſehen hatte, die Faſern der Cirri ſehr verwaſchen waren, ſo daß ſich nicht beſtimmen ließ, ob man die vorhandenen Wolken zu der einen oder zu der andern dieſer Modificationen rechnen ſollte, habe ich die Kreiſe noch wahrgenommen, und dieſe dauerten dann auch noch einige Zeit fort, wenn der Cirrostratus entſchieden gebildet war. In den meiſten Fällen erinnerte das optiſche Verhalten der Cirrostrati und ſtets das der Cirrocumuli an die Erſcheinungen, welche Dampfbläschen zeigen [76]).

Wenn demnach der Cirrus in Cirrostratus übergeht, ſo ſinken wahrſcheinlich die Schneetheilchen in die Tiefe, und wenn die Temperaturzunahme hinreichend groß iſt, ſo wird ein Theil der Schneemaſſen ſchmelzen und die Geſtalt von Bläschen annehmen. Nur vielleicht dann, wenn dieſes Sinken nicht ſehr bedeutend iſt, findet dieſes Schmelzen des Eiſes nicht Statt.

Der Cumulus, welcher ſchon ganz aus Bläschen zu beſtehen ſcheint, zeigt in ſeiner reinen Geſtalt meiſtens eine aus Kugelſegmenten zuſammengeſetzte Maſſe mit ſcharf begränzten Rändern. Bei heiterem Wetter, wenn ſich vielleicht kaum Spuren von Cirris und Cirrostratis zeigen, erſcheint dieſe Wolkenart namentlich im Sommer oft in großer Menge, ohne daß wir bei dem fortdauernd dunkelblauen Anſehen des Himmels einen Niederſchlag zu befürchten haben. Wenn ſich nämlich der während der Nacht gebildete Stratus verloren hat, erſcheint der Himmel völlig heiter; um etwa 9 Uhr zeigen ſich an einzelnen Stellen kleine kaum wahrnehmbare Wölkchen von lockerem Bau, welche ſich nach und nach vergrößern und immer ſchärfer begränzt werden. Zahl und Dichtigkeit dieſer Wolken erreichen einige Zeit nach der größten Tageswärme ihr Maximum, darauf nimmt die Zahl der Wolken wieder ab, und um die Zeit des Sonnenuntergangs iſt der Himmel

76) In England mag das Verhalten der Cirrostrati anders ſeyn, wenigſtens erwähnen Howard, Forſter und der Verf. des Art. *Cloud* in Rees Cyclopaedia, daß ſich die Höfe vorzüglich im Cirrostratus zeigen. Möglich jedoch, daß ſie die erwähnte Uebergangsform ſchon dazu rechnen. Nie aber habe ich bei Cirris ein Phänomen wahrgenommen, welches an diejenigen erinnert, welche die Lichtbeugung an Nebelbläschen erzeugt.

ganz heiter [77]). Im Herbste kann man das Phänomen häufig noch auf eine überraschendere Art sehen; der Stratus, welcher dann meistens dichter ist, löst sich bald auf, und dabei steigen die Bläschen sichtlich schnell aufwärts und verschwinden in einiger Höhe. Eben diese Periodicität bemerkt man auch an den Wolken, die sich um die Spitze der Gebirge, z. B. den Pic auf Teneriffa, lagern [78]) und bei den tropischen Gewittern [79]).

Dieser Vorgang ergiebt sich, wie schon Saussure bemerkte [80]), aus dem aufsteigenden warmen Luftstrome, dessen Existenz freilich de Luc aus nicht überzeugenden Gründen läugnete [81]), und die meisten Naturforscher haben jener Hypothese ihren Beifall gegeben [82]). Durch Daniell's Beobachtungen und Dove's Berechnung dieses Journals wird die gedachte Hypothese noch mehr bestätigt. Wenn nämlich die Sonne am Morgen den Boden erwärmt, so verdunstet das Wasser, welches sich in der Gestalt von Thau niedergeschlagen hatte, und die Atmosphäre der untern Regionen rückt dem Zustande der Sättigung näher [83]); bald aber erhebt sich der aufsteigende warme Luftstrom, welcher die Dämpfe mit in die Höhe reißt und nach den oberen Regionen führt. Indem der Dampf auf diese Art in kältere Luftschichten gelangt, werden diese bald gesättigt, und es zeigt sich ein schwacher Niederschlag. So wie die Temperatur des Tages steigt, wird dieser aufsteigende Luftstrom immer lebhafter, die Dämpfe werden mit größerer Schnelligkeit in die Höhe geführt, und während die absolute Dampfmenge am Boden geringer wird, nimmt sie in der Höhe zu. Die Dämpfe entfernen sich mit der Zunahme der Tageswärme weiter vom Boden [84]), der aufsteigende Luftstrom führt die Bläschen mechanisch in immer bedeutendere Höhen, und da die Temperatur ihrer Um-

77) de Luc Idées II, 70. §. 605. Brandes Beiträge S. 320. Forster Wolken S. 9. Humboldt Voyage IV, 21.
78) Humboldt Voyage I, 245.
79) Ibid. III, 69. S. Regen zwischen den Wendekreisen.
80) Saussure Hygrometrie §. 270. S. 304.
81) de Luc Idées II, 90. §. 601.
82) Brandes Beiträge l. l. Forster Wolken S. 10.
83) Saussure Hygrometrie §. 320. S. 365.
84) Bouguer Figure de la terre p. XLIII.

gebung geringer wird, nimmt auch die Dichtigkeit der Wolken zu. Einige Zeit nach der größten Wärme des Tages nimmt der aufſteigende Luftſtrom ab, die Wolken ſinken in die Tiefe, wie man auf hohen Bergen deutlich wahrnehmen kann [85]), und wie auch meine eben mitgetheilten Meſſungen zu beweiſen ſcheinen. Indem die Wolke auf dieſe Art in wärmere Luftſchichten gelangt, wird ein Theil der Bläschen aufgelöſt und die Wolke verſchwindet, ſo wie ſie tiefer ſinkt.

Ich glaube, daß außer dieſem gewöhnlich betrachteten Vorgange noch vorzüglich das Verhalten der Dampfatmoſphäre zu berückſichtigen iſt. Durch den aufſteigenden Luftſtrom wird das Gleichgewicht von dieſer geſtört, die abſolute Dampfmenge nimmt mit der Höhe langſamer ab, als im mittleren Zuſtande der Atmoſphäre, und es bildet ſich eine Art labilen Gleichgewichtes. Daher iſt die Dampfmenge auf dem St. Bernhard um 2 Uhr größer als am Morgen, während in Genf das Gegentheil Statt findet. Wenn aber die Tageswärme geringer wird, dann ſinkt der Dampf ſchnell in die Tiefe, und indem ſich die Dampfatmoſphäre ſchnell zuſammenzieht, löſen ſich die Bläschen in den tiefern Schichten auf. Beginnt endlich die Thaubildung an beſchatteten Orten ſchon vor dem Untergange der Sonne, dann entſteht unmittelbar am Boden ein dampfleerer Raum, und die Dämpfe bewegen ſich mit Schnelligkeit nach unten. Während das Hygrometer am Boden immer näher an den Punkt der größten Feuchtigkeit rückt, entfernt es ſich auf hohen Bergen die ganze Nacht hindurch immer weiter von dieſem [86]). Wenn daher eine gegebene Dampfmaſſe einen Raum während des Tages ſättigte, ſo wird ſie mehrere Stunden ſpäter einen gleich großen, aber vielleicht mehrere tauſend Fuße niedriger liegenden Raum nicht mehr ſättigen, und die Bläschen werden ſich alſo auflöſen [87]).

Die

85) Sauſſure Reiſen IV, 327. §. 1111.

86) Sauſſure Hygrometrie §. 349. S. 401. Reiſen IV, 365. §. 1126.

87) Während oben angenommen wurde, daß die Wolken ſich auflöſen, indem ſie in die wärmere Luft ſinken, glaubt Kaſtner, daß dieſes Verſchwinden ſeinen Grund vielmehr in einem Aufſteigen habe. Durch die an der Erde ſchief vorbei fahrenden Strahlen ſoll die Wärme der oberen Luftſchichten ſchnell abnehmen, ſie ſinken in die Tiefe, und da ſie ſehr trok-

ken

Dieſer Vorgang wiederholt ſich oft mehrere Tage, ohne daß es zu einem Niederſchlage kommt. Meiſtens weht dann entweder gar kein Wind, oder die Richtung, aus welcher die Wolken kommen, fällt mit der des unteren Windes häufig zuſammen. Wenn dagegen die Wolken ſich am Abend nicht auflöſen, ſondern noch einen großen Theil des Himmels bedecken, dann dürfen wir auf einen baldigen Niederſchlag rechnen [88]), weil in dieſem Falle offenbar die ganze Atmoſphäre größtentheils geſättigt iſt.

In dem erwähnten Falle verwandelt ſich der Cumulus meiſtens in Cumulostratus und dieſer in den Nimbus. Es kommen doch häufig Fälle vor, wo ſich der Cumulus ohne dieſen Uebergang in den Nimbus verwandelt, beſonders dann, wenn nur wenige Cirri oder Cirrostrati in höheren Regionen ſind. Es iſt dieſes bei Regenſchauern der Fall, wenn die Richtung der oberen und unteren Winde ſehr verſchieden iſt und der obere kalte Luftſtrom ſich mit Schnelligkeit bewegt. Hier ſieht man einen Cumulus oft ſich langſam bewegen, in wenigen Minuten verliert er ſeinen ſcharfen Umriß, Faſern ſtrecken ſich nach allen Seiten aus [89]),

---

ken ſind, löſen ſie einen Theil der Bläschen auf, und die Wolke ſteigt in die Höhe. Die Wärme, welche vom Boden bei der Thaubildung ausſtrahlt und die Wolke erreicht, erhöht die Temperatur von dieſer und löſt ſie ganz auf (Kaſtner Meteorol. III, 237). Aber auch abgeſehen davon, daß Sauſſure's Beobachtungen und meinen freilich noch unvollſtändigen Meſſungen zufolge die Wolken gegen Abend wirklich ſinken, ſo iſt nicht zu begreifen, weshalb die Dämpfe nicht ſchon am Tage in die oberen trockenen Luftſchichten gehen, und weshalb ſie bei einem wirklich nach Kaſtner's Hypotheſe erfolgenden Aufſteigen hier nicht bei der höheren Temperatur des folgenden Tages bleiben ſollen. Die vom Boden ausſtrahlende Wärme aber ſpielt hiebei nur eine unbedeutende Rolle. Die Wärme ſtrahlt vom Boden eben ſo gut während des Tages als während der Nacht aus; ja alles was wir über dieſes Phänomen wiſſen, macht es wahrſcheinlich, daß dieſer Vorgang zur Zeit der größten Tageswärme am lebhafteſten iſt. Sollte alſo dieſe Wärmeſtrahlung die Wolken auflöſen, ſo müßte es dann geſchehen, wenn die tägliche Wärme ihr Maximum erreicht und nicht nach dem Untergange der Sonne, zumal da zu dieſer Zeit eine weit wirkſamere Wärmequelle, durch welche die Wolken aufgelöſt werden könnten, nämlich die Sonne, fehlt.

88) Forſter Wolken S. 142.

89) Ebendaſ. S. 9.

die Wolke bewegt sich mit größerer Schnelligkeit, es findet eine große Unruhe in ihr Statt und es fällt Regen herab. Bei großer Störung im Gleichgewichte der Atmosphäre kann es wohl geschehen, daß es ohne vorhergehende Wolkenbildung regnet [90]), oder in niedrigerer Temperatur schneit [91]). In diesem Falle kann es sich ereignen, daß die herabfallenden Tropfen wieder verdunsten, ehe sie den Boden erreichen. Am 19ten December 1829, wo ein lebhafter SW Wind wehte und Regen, Schnee und Graupeln in einzelnen Schauern herabfielen, wurden um 1 Uhr einige kleine Nimbi mit großer Schnelligkeit durch mein Zenith getrieben. Der südliche Theil des Himmels war heiter und tief dunkelblau, in kurzer Zeit erschien ein schöner Regenbogen und bald darauf der Nebenregenbogen. Der Regen dauerte fort, als im Zenith noch wenige kaum zu erkennende Fasern vom Cirrocumulus standen. Als der Regen aufgehört hatte, wurde der Himmel nördlich von meinem Zenith sehr blau, aber der obere Theil des Bogens blieb unverändert auf derselben Stelle stehen, obgleich hier keine Spur von Wolke sichtbar war. Offenbar wurde hier der Regen so schnell condensirt, aber in den unteren Schichten wieder eben so schnell aufgelöst.

Diese durch einen kalten Luftstrom bedingte Condensation zeigt sich weit lebhafter dann, wenn auf einen warmen Südwind schnell ein kalter Nordwind folgt, welcher zuerst in den oberen Schichten der Atmosphäre das Uebergewicht erhält. Schnell vergrößern sich die Cumuli, gehen in Cumulostrati über, und der ganze Himmel ist bald mit einer grauen Wolkenschicht bedeckt, aus welcher es lebhaft regnet. Dabei steigt das Barometer, aber nach einigen Stunden erfolgt bei fortherrschendem Nordwind heiteres Wetter.

Dieser Vorgang, so häufig sich derselbe auch zeigt, ist nicht der gewöhnliche bei anhaltendem Regen. Hier ist man meistens im Stande zwei Wolkenschichten zu erkennen. Nachdem sich die Cirri in dichtere Cirrostrati verwandelt haben, so wird die untere Luftmasse erkaltet, die Dämpfe schlagen sich als Cumuli nieder, und in kurzer Zeit verwandeln sich diese in Nimbi. Der Regen

90) Humboldt Voyage XI, 16.
91) Toaldo beobachtete dieses in Padua am 15ten März 1785. Ephemerid. Soc. Meteor. Palat. 1785. p. 454.

in diesem Falle zeigt sich meistens bei sinkendem Barometerstande und hält länger an, als der obige. Bewegen sich diese unteren Wolken mit großer Schnelligkeit und vielleicht nach einer andern Richtung als die Cirrostrati, dann dauert dieses Wetter noch längere Zeit fort.

Wenn der Boden schon durch vorhergehende Regen feucht war, so erfolgt diese Verwandlung der Wolken weit lebhafter. Herrscht dann in den unteren Regionen kein Wind, dann steigen bei heiterem Himmel die Dämpfe mit großer Schnelligkeit in Menge in die Höhe; Cirri, Cirrostrati und tiefere Cumuli nehmen in kurzer Zeit an Umfang zu, und zur Zeit der größten Tageswärme erfolgt ein heftiger Regenguß, welcher häufig in ein Gewitter ausartet [92]).

In vielen Fällen zeigt sich namentlich im Sommer ein Vorgang, welcher von dem beschriebenen etwas abweicht. Die Sonne geht bei völlig bewölktem Himmel auf und dabei regnet es häufig. Um etwa 7 oder 8 Uhr hört der Regen auf, der Himmel ist mit einer einzigen Wolkenschicht bedeckt, welche sich durch graue Farbe auszeichnet, aber keine der erwähnten Modificationen rein zeigt. Die Farbe und Structur erinnert an den Cumulus oder Cumulostratus, die gleichförmige Ausbreitung an den Cirrostratus. Bald zeigen sich einzelne Lücken in dieser Schicht, sie verwandelt sich nach und nach in Cumuli oder Cumulostrati [93]), und zur Zeit der größten Tageswärme sieht man fast reine Cumuli. So wie aber die Wärme abnimmt, breiten sich die Wolken wieder aus, nach dem Untergange der Sonne ist der Himmel ganz bewölkt und in der Nacht regnet es wieder. Dieser Vorgang, welcher sich oft mehrere Tage auf dieselbe Art wiederholt, scheint seinen Grund in verschiedenen über einander fortgehenden Luftströmen zu haben. So wie die Sonne am Morgen den obern Theil der Wolkenschicht erwärmt, werden die Bläschen aufgelöst, und indem sie vielleicht wärmere Luftschichten erreichen,

92) Volta in Gilbert's Annalen LV, 341. Humboldt Voyage II, 306. IV, 21.

93) Die gewöhnliche Regel der Landleute, daß, wenn der Regen gegen 9 Uhr aufhöre und der Himmel sich aufheitere, für den Tag gutes Wetter zu erwarten sey, hat hierin ihren Grund.

die Wolke bewegt ſich mit größerer Schnelligkeit, es findet eine große Unruhe in ihr Statt und es fällt Regen herab. Bei großer Störung im Gleichgewichte der Atmoſphäre kann es wohl geſchehen, daß es ohne vorhergehende Wolkenbildung regnet[90]), oder in niedrigerer Temperatur ſchneit[91]). In dieſem Falle kann es ſich ereignen, daß die herabfallenden Tropfen wieder verdunſten, ehe ſie den Boden erreichen. Am 19ten December 1829, wo ein lebhafter SW Wind wehte und Regen, Schnee und Graupeln in einzelnen Schauern herabfielen, wurden um 1 Uhr einige kleine Nimbi mit großer Schnelligkeit durch mein Zenith getrieben. Der ſüdliche Theil des Himmels war heiter und tief dunkelblau, in kurzer Zeit erſchien ein ſchöner Regenbogen und bald darauf der Nebenregenbogen. Der Regen dauerte fort, als im Zenith nur noch wenige kaum zu erkennende Faſern vom Cirrocumulus ſtanden. Als der Regen aufgehört hatte, wurde der Himmel nördlich von meinem Zenith ſehr blau, aber der obere Theil des Bogens blieb unverändert auf derſelben Stelle ſtehen, obgleich hier keine Spur von Wolke ſichtbar war. Offenbar wurde hier der Regen ſehr ſchnell condenſirt, aber in den unteren Schichten wieder eben ſo ſchnell aufgelöſt.

Dieſe durch einen kalten Luftſtrom bedingte Condenſation zeigt ſich weit lebhafter dann, wenn auf einen warmen Südwind ſchnell ein kalter Nordwind folgt, welcher zuerſt in den oberen Schichten der Atmoſphäre das Uebergewicht erhält. Schnell vergrößern ſich die Cumuli, gehen in Cumulostrati über, und der ganze Himmel iſt bald mit einer grauen Wolkenſchicht bedeckt, aus welcher es lebhaft regnet. Dabei ſteigt das Barometer, aber nach einigen Stunden erfolgt bei fortherrſchendem Nordwinde heiteres Wetter.

Dieſer Vorgang, ſo häufig ſich derſelbe auch zeigt, iſt nicht der gewöhnliche bei anhaltendem Regen. Hier iſt man meiſtens im Stande zwei Wolkenſchichten zu erkennen. Nachdem ſich die Cirri in dichtere Cirrostrati verwandelt haben, ſo wird die untere Luftmaſſe erkaltet, die Dämpfe ſchlagen ſich als Cumuli nieder, und in kurzer Zeit verwandeln ſich dieſe in Nimbi. Der Regen

90) Humboldt Voyage XI, 16.
91) Toaldo beobachtete dieſes in Padua am 15ten März 1785. Ephem. merid. Soc. Meteor. Palat. 1785. p. 454.

Wie einflußreich letztere seyen, und welch eine bedeutende Menge von Electricität hiedurch erzeugt wird, zeigen besonders die vulcanischen Regen.

Du Carla, welcher zuerst eine genügende Erklärung von den heftigen Regengüssen zur Zeit vulcanischer Eruptionen gegeben hat [97]), leitet dieselben mit Recht aus dem aufsteigenden Luftstrome her. Die stark erhitzte Luft über dem Krater steigt mit Schnelligkeit in die Höhe, die unteren Luftmassen dringen gegen diese Stelle, werden in die Höhe gerissen; indem der Dampf in die oberen kalten Regionen gelangt, wird er niedergeschlagen, die Wolke breitet sich nach den Seiten aus, in Gestalt eines großen breiten Schirms steht sie über dem Vulcane und in ungeheuern Massen fällt das Wasser in der Nähe des Kraters herab [98]). Bei diesem schnell erfolgten Niederschlage ist eine große Menge von Electricität frei geworden, und das Donnern der von tausend Blitzen durchkreuzten Wolken accompagnirt das Toben im Innern der Erde [99]). Eben so leicht als es uns hier wird, die Wolkenbildung und damit die Electricität aus dem aufsteigenden Luftstrome abzuleiten, eben so schwierig scheint es, den ganzen Vorgang blos mit Hülfe der Electricität zu erklären.

In den meisten Fällen kommt das Wasser aus den Wolken in tropfbar flüssiger Gestalt herab. Wenn die Menge der Bläs-

---

97) Journ. de phys. XX, 113.

98) Du Carla theilt eine große Menge von Thatsachen mit, welche zeigen, wie reichlich dieser Niederschlag sey. Die Eruption des Cotopari am 9ten December 1742 gab einen Wasserstrom, welcher das Thal von Quito bis zu einer Höhe von 120 Fuß füllte und eine Geschwindigkeit von 4 Fuß in der Secunde hatte. Bouguer in den Mém. de l'acad. 1744. p. 270. Andere Thatsachen vom Vesuv s. bei Nollet in den Mém. de l'acad. 1750. p. 89. De la Torre hist. et phén. du Vesuve. Paris 1760. p. 22. 138. 225. Arthenay in den Mém. présentés IV, 272. Ferber lettres sur la mineralogie par Dietrich p. 206. Phil. Trans. 1737. Am Aetna, in Hamilton Oeuvres. Paris 1781. p. 136. Journal de physique 1780. p. 1. Ueber die Vulcane in America, in Ulloa Voy. hist. de l'Amerique I, 468. Ueber die Vulcane im chinesischen Meere, in le Gentil Voyage II, 14. Histoire des Voyages XVII, 108. XI, 213. X, 451.

99) Parrot Physik der Erde §. 170. S. 245.

chen so groß ist, daß die Dicke ihrer Hülle durch neu ankommende Dämpfe in jedem Momente vergrößert wird, wenn vielleicht lebhafte Luftströme einzelne Bläschen zusammentreiben, so vereinigen sich diese zu einem Tropfen und fallen nun herab. Bei höherer Temperatur ist das Wasser fast stets tropfbar flüssig, nur zuweilen fällt dasselbe mitten im Sommer im festen Aggregationszustande als Hagel herab. Es scheint zweckmäßiger, dieses Phänomen bei den electrischen Erscheinungen zu betrachten. Ist die Wärme der Atmosphäre sehr niedrig, so nimmt das Wasser eine feste Gestalt an. In manchen Fällen scheint die Temperatur in der Höhe größer zu seyn, als in der Tiefe, dann kommt das Wasser wahrscheinlich tropfbar flüssig aus der Wolke und gefriert in der Tiefe; kleine Eiskugeln fallen auf den Boden. Bei steigendem Barometer zeigt sich die Erscheinung besonders dann, wenn warme Südwinde plötzlich durch kalte Nordwinde in der Tiefe verdrängt werden; seltener habe ich sie bemerkt, wenn bei sinkendem Barometer ein Südwind das Uebergewicht erhielt. In diesem letzteren Falle gefriert das Wasser meistens erst auf dem kalten Boden und überzieht diesen mit einer Eisrinde. Diesen Vorgang, welcher mit dem Namen des Glatteisens bezeichnet wird, kann man als sichern Vorboten von Thauwetter ansehen.

Häufig kommt das Wasser in höheren Breiten als Schnee herab. Die Temperatur am Boden, bei welcher dieser Niederschlag beginnt, liegt in unseren Gegenden einige Grade über dem Gefrierpunkte; je niedriger die Temperatur wird, desto geringer wird die Dampfmenge der Luft, die Menge Schnee nimmt unter übrigens gleichen Umständen immer mehr mit der Wärme ab. Wie tief die Temperatur sey, bis zu welcher es noch schneit, ist unbekannt. L. v. Buch glaubt, daß die Mitteltemperatur, bei welcher in Berlin dauernder Schnee fällt, nicht tiefer sey als — 4 bis — 5° (— 3 bis — 4° R.), und daß es unter — 13°,1 (— 10°,5 R.) kaum noch schneien werde [99]). Scoresby giebt in seiner Uebersichtstafel — 12°,3 (10° F.) als niedrigste Temperatur auf dem Polarmeere [100]). Ich habe in Halle am 15ten Januar 1828 bei — 14°,8, am 20sten Januar 1829 bei

99) Abhandl. d. Berl. Acad. für 1818—19 S. 98.

100) Scoresby Reise auf den Wallfischfang S. 108.

— 16°,0 am 4ten Februar 1830 bei — 17°,8, und am 30sten Januar 1830 bei — 18°,1 Schnee herabfallen sehen, jedoch waren in den beiden zuletzt erwähnten Fällen die Flocken sehr klein.

Während in unseren Gegenden der in den oberen Regionen gebildete Schnee in den niederen Schichten der Atmosphäre nicht lange genug verweilt, um zu schmelzen, und daher bei Wärmegraden über Null herabfällt, ist er in südlicheren Gegenden unbekannt, selbst wenn die Temperatur unter Null sinkt. Wenn in der Havannah längere Zeit hindurch Nordwinde wehen, wird die Luft zuweilen so erkaltet, daß auf dem Wasser eine mehrere Linien dicke Eisrinde entsteht, dennoch ist der Schnee unbekannt [1]). Hier ist die Temperatur wohl nur in den oberen Regionen der Atmosphäre so niedrig, in der Höhe weht der warme Aequatorialstrom fort, und wenn sich dabei ein Niederschlag bilden sollte, so würde dieser in der Gestalt von Regen oder gefrornen Tropfen herabfallen.

Die Gestalt der Schneeflocken hat schon seit langer Zeit die Aufmerksamkeit der Naturforscher auf sich gezogen. Es bilden dieselben meistens sechseckige Sterne, und seit der Zeit, wo Kepler und Carteſius sich bemühten, die Ursachen dieser regelmäßigen Bildung nachzuweisen, haben wir eine große Menge von Hypotheſen hierüber erhalten [2]). Jedenfalls sind bei der Krystalisation des Wassers dieselben Naturkräfte wirksam, als bei der Krystalliſation aller übrigen Körper, möge nun Electricität oder irgend ein anderes Agens hiebei die Hauptrolle spielen.

Erst seit der Zeit, wo namentlich durch Hauy's Arbeiten die Gestalten der unorganiſchen Natur näher bekannt wurden,

---

1) Humboldt Voyage XI, 266.

2) Grew in Phil. Trans. 1673. p. 5193. Langwith ib. 1723. p. 298. Nettis ib. 1756. p. 544. Caſſini Mém. de Paris II, 141. X, 37. Wilke Abh. der Schwed. Acad. 1760. S. 3 und S. 89. Guettard Mém. de Paris 1762. Holmann Comment. Getting. III, 24. Hook Micrographia p. 88. Muesschenbroek Introduct. T. II. §. 2401.

werden sie nicht in hinreichender Menge condensirt, um Regen zu erzeugen. So wie die Wärme am Abend abnimmt, kann die Luft nicht alle Dämpfe behalten, es bilden sich Bläschen und bei geringerer Wärme in der Nacht fällt das Wasser in Gestalt von Tropfen herab.

In dem Bisherigen wurde die Electricität nur beiläufig erwähnt, ohne daß dieser Naturkraft, welche in so vielen Systemen die Rolle des Deus ex machina übernehmen muß, ein bedeutender Einfluß eingeräumt wurde. Zu leugnen ist es nicht, daß die Bildung der Wolken meistens von einer Aenderung im electrischen Zustande der Atmosphäre begleitet ist, sey es nun, daß die Stärke oder die Art der E modificirt werde. Es scheint mir jedoch viel wahrscheinlicher, daß die Electricität nicht Ursache, sondern Wirkung der Wolkenbildung sey [96]) und daß Luftströme von ungleicher Temperatur bei diesen Niederschlägen die Hauptrolle spielen [95]).

---

94) Humboldt in Annal. de Chimie VIII, 185.

95) Unter den verschiedenen Ursachen, welche für das Schweben der Wolken angegeben sind, habe ich oben die Electricität absichtlich nicht erwähnt. Obgleich manche Physiker diese Ursache angenommen haben, so kann ich mich von ihrer Wirksamkeit bei diesem Phänomene nicht überzeugen. Es sind hier zwei Fälle möglich. Entweder wir sehen die Erde als einen mit eigenthümlicher Electricität begabten, oder als einen völlig indifferenten Leiter an. Ist ersteres der Fall, so werden die Wolken durch Vertheilung electrisirt; ist also die Erde positiv electrisch, so wird der untere Theil der Wolke negativ, diese mithin angezogen. Hier anzunehmen zu wollen, daß ein Theil der Erde an sich (ohne äußere Ursache) auf einem kleinen Raume stark positiv oder negativ würde, scheint sich gewagt, da sich ja wegen der guten Leitbarkeit die dieser Stelle eigenthümliche Electricität in kurzer Zeit der ganzen Erdkugel mittheilen müßte. Nehmen wir aber an, die Erde sey blos der allgemeine Behälter der Electricität und es befinde sich an einer Stelle eine stark positiv electrisirte Wolke, so wird der darunter befindliche Theil der Erde negativ und es findet, eben so wie im vorigen Falle, Anziehung Statt. Während also diese Naturkraft die Wolken schwebend erhalten soll, unterstützt sie allen unsern Erfahrungen zufolge die Gravitation und treibt die Wolke nach unten, wofern wir nicht mit einigen hypothesenreichen Naturforschern annehmen wollen, daß Gesetze, welche wir durch unsere kleinen Versuche gefunden haben, nicht auf die Natur im Großen anwendbar seyen.

96) Journal de physique XX, 113.

1) Krystalle in Form dünner Blättchen erscheinen in einer großen Mannigfaltigkeit und kommen am häufigsten vor. Man kann hier folgende Unterabtheilungen machen:

a) Sternförmig, indem sechs auf beiden Seiten mit feinen Spitzen besetzte Strahlen aus einem gemeinschaftlichen Mittelpunkte auslaufen (Fig. 14); diese Form zeigt sich am häufigsten, wenn sich die Temperatur dem Gefrierpunkte nähert.

b) Regelmäßige Sechsecke, die sich bei allen Temperaturen zeigen, jedoch werden alle Dimensionen bei größerer Kälte kleiner. Manche bestehen aus einem einfachen durchsichtigen Blättchen (Fig. 15), andere sind innerhalb des Umfanges durch weiße Linien verziert, die wiederum kleine Sechsecke oder andere regelmäßige Figuren in großen Mannigfaltigkeiten bilden (Fig. 16). Die Größe dieser Art geht von dem kleinsten sichtbaren Theilchen bis auf ungefähr 0″,1 Durchmesser.

c) Zusammensetzungen der sechsseitigen Figuren zeigen sich von großer Mannigfaltigkeit vorzüglich bei sehr niedrigen Temperaturen (Fig. 17).

d) Verbindungen von sechstheiligen Figuren mit Strahlen oder Zacken und hervorstehenden Winkeln. Diese Art ist vielleicht die umfassendste und liefert einige der schönsten Formen (Fig. 18).

2) Ein flacher oder kugeliger Kern mit ästigen Zacken in verschiedenen Ebenen. Diese Abtheilung begreift mehrere Arten.

a) Solche, die aus einem dünnen Krystalle von einer der oben beschriebenen Arten bestehen, von dessen Grund- und Seitenflächen sich kleine Spitzen erheben, welche mit den Blättchen Winkel von 60° bilden. Der Durchmesser dieser Figuren geht zuweilen bis ¼ Zoll. Sie kommen am häufigsten bei einer Temperatur von — 7° bis — 4° vor [7]).

---

7) Im Winter von 1829 bis 30, wo es meistens bei sehr niedrigen Temperaturen schneite, zeigten sich meistens Schneefiguren dieser Art. Huber-Burnand in Yverdun. Bibl. univ. April 1830. pag. 356.

b) Figuren mit einem kugeligen Kern, von welchem Strahlen nach allen Richtungen ausgehen. Während bei der erſten Art der Kern aus einem durchſichtigen Kryſtalle beſteht, iſt er hier ein rauhes Körperchen. Dieſe igelartigen Schneefiguren fallen nach Scoresby, wenn die Temperatur dem Gefrierpunkte nahe iſt, zuweilen bei etwas niedrigeren Wärmegraden; die Schneefiguren, welche ich am 30ſten Januar 1830 bei — 18°,1 herabfallen ſah und welche die Größe eines Stecknadelknopfes hatten, kamen dieſen am nächſten.

3) Feine Spitzen oder ſechsſeitige Prismen. Dieſe ſind bisweilen ſehr zart und kryſtallartig; in andern Fällen weiß und rauh. Die feinſten Arten, die einem Haare gleichen, das in Stücke, nicht über $\frac{1}{4}$ Zoll lang, zerſchnitten iſt, ſind ſo klein und zart, daß es nicht leicht iſt, ihre Geſtalt genau zu beſtimmen; die größeren ſind prismatiſch geſtaltet.

4) Sechsſeitige Pyramiden kommen nur ſelten vor.

5) Spieße oder Prismen, deren eines oder beide Enden in der Mitte eines dünnen Blättchens in Geſtalt einer ſechsſeitigen Scheibe ſtecken, hat Scoresby nur zwei Mal beobachtet.

So mannigfaltig auch die Schneefiguren ſind, ſo dürfen wir doch nicht annehmen, daß das Vorherrſchen der einen oder andern Art zu gewiſſen Zeiten blos Wirkung des Zufalles ſey. Schon Scoresby und früher Guettard[6]) machten auf den Umſtand aufmerkſam, daß die Temperatur hiebei eine Rolle ſpiele, und es iſt wohl gewiß, daß kleine Differenzen in der Temperatur, dem hygrometriſchen Zuſtande der Luft und der Schnelligkeit, mit welcher die Kryſtalliſation erfolgt, Veranlaſſung zu dem Vorherrſchen der einen oder der andern Geſtalt ſind. Daher geſchieht es denn, daß die meiſten Flocken, welche bei demſelben Niederſchlage herabfallen, dieſelbe Geſtalt haben; ändert ſich aber die Temperatur, oder entſteht eine Pauſe, worauf neuer Schnee fällt, ſo wird eine andere Form vorherrſchend. Die näheren Geſetze dieſer Abhängigkeit ſind zur Zeit noch unbekannt [9]).

---

8) Mémoires de Paris 1762.

9) Ich habe oben S. 39 Anmerk. geſagt, daß ich über den rothen Schnee bei dem Regen ſprechen würde; es ſcheint mir zweckmäßiger, über dieſe Färbung bei den Meteorſteinen im 9ten Abſchnitte zu handeln.

Wenn das Verhalten der Niederschläge in verschiedenen Gegenden der Erde näher verglichen werden soll, so wird keine genaue Kenntniß der Zahl der Regentage und der Größe des Niederschlages erfordert. Die meisten Beobachter begnügen sich, die Zahl der Regentage anzugeben; soll aber eine solche Untersuchung vollständig werden, so ist erforderlich, daß zu den Regentagen alle diejenigen Tage gerechnet werden, an denen es, wenn auch nur kurze Zeit, regnet. Obgleich sich dieses von selbst versteht, so findet man doch, daß sehr häufig gegen diese Regel gefehlt wird, und daß die Beobachter uns in ihren jährlichen Resultaten Zahlen ohne Werth mittheilen. Wenn jemand täglich 3 Beobachtungen anstellt, so findet er vielleicht, daß es an 15 Tagen 21 Mal regnete, 30 Mal heiter und 39 Mal trübe war. Hier, wo die Zahl täglicher Beobachtungen 3 ist, wird jede der obigen Größen durch 3 dividirt und man erhält 10 heitere, 13 trübe und 7 Regentage, obgleich die wirklichen Beobachtungen für den Regen 15 Tage geben. Eben so sollte in den Journalen stets angemerkt werden, wenn es zwischen zwei Beobachtungen geregnet hat. Die Meteorologen scheinen dieses unrichtige Verfahren besonders deshalb gewählt zu haben, damit die Summe der heiteren, trüben und Regentage während des Monats ja nicht größer als 30 oder 31 sey. Diese unzweckmäßige Bearbeitung ist Ursache, daß wir über die Vertheilung der Regentage im Jahre von manchen Gegenden gar nichts wissen, in denen sonst sorgfältige Messungen angestellt sind, wie dieses z. B. von den Vereinigten Staaten gilt, denn in der oben S. 234 erwähnten Schrift von Lovell, der einzigen Quelle für jene Gegenden, ist dies Verfahren durchaus befolgt.

Andere Meteorologen unterscheiden einzeln die Zahl der Regentage und Regennächte. Auch diese Trennung erschwert die Vergleichung, da ohnehin nie angegeben wird, ob die Nacht von 6 Uhr bis 18 Uhr oder vom Untergange bis zum Aufgange der Sonne gerechnet wird. Ist letzteres der Fall, so kann man die Polargegenden gar nicht in diese Vergleichung ziehen.

Eben so wenig sollten die Schneetage bei der allgemeinen Uebersicht von den Regentagen getrennt werden. Es geschieht in unsern Gegenden sehr häufig, daß mit Regen vermischter Schnee

herabfällt; ein ſolcher Tag muß alſo zu den Regen- und Schneetagen gezählt werden, nothwendig aber wird dadurch die Zahl der Tage, an denen Waſſer herabfällt, zu groß. Da es jedoch wünſchenswerth iſt, die Zahl der Schneetage ebenfalls kennen zu lernen, ſo iſt es am zweckmäßigſten, ſie beſonders neben der Summe der Regen- und Schneetage mitzutheilen.

Um die Menge von Regen an einem Orte zu erhalten, ſucht man die Höhe auf, bis zu welcher das Waſſer auf einer horizontalen Ebene während eines großen Zeitraumes ſteigen würde, wofern es nicht verdunſtete. Um dieſe Größe zu erhalten, bedient man ſich der Regenmeſſer (Ombrometer, Udometer, Hyetometer, auch Pluviometer). Meiſtens nimmt man ein viereckiges oder rundes Gefäß, deſſen Oeffnung eine bekannte Größe hat, und ſtellt dieſes im Freien dergeſtalt auf, daß weder von Bäumen noch von andern Gegenſtänden Waſſer hineingeſprützt werden könne. Da jedoch in unſern Gegenden das bei einem Regen herabfallende Waſſer häufig kaum eine Linie beträgt, ſo können bei Abſchätzung dieſer Größe leicht bedeutende Fehler begangen werden. Man bedient ſich deshalb der Maaßröhren. Eine gut calibrirte Röhre, deren Durchmeſſer ein bekannter aliquoter Theil von dem Durchmeſſer des Udometers iſt, nimmt das herabgefallene Waſſer auf, ſey es, daß dieſes durch eine Röhre aus dem oberen Gefäße in die Maaßröhre fließe, oder daß man es hineingieße. Hat alſo die Oeffnung des Regenmeſſers eine Seite von 1 Fuß Länge, das runde Meßgefäß aber einen Durchmeſſer von 3″, alſo eine Fläche von 27 Quadratzoll, ſo nimmt eine Waſſermenge, welche in dem Udometer eine Höhe von einer Linie hat, in dem Meßgefäße eine Höhe von $\frac{144}{27} = 5'''{,}3$ ein, und der zu begehende Fehler beträgt hier nur $\frac{1}{5{,}3}$ deſſen, welchen man bei unmittelbarer Meſſung der Höhe begehen würde.

Da das Waſſer ſtets verdunſtet, ſo ſollte ſeine Höhe sogleich nach jedem Regen gemeſſen werden, oder es ſollte das Waſſer durch eine Röhre in ein Gefäß laufen, aus welchem keine Dämpfe entweichen können. Die erſte Methode hat manches Unbequeme, wenn ſich der Apparat außerhalb der Wohnung des Beobachters befindet; bei der zweiten tritt der Uebelſtand ein, daß das Gefäß

bei sehr heftigem Regen überfüllt werden kann. Deshalb verdient die von Horner empfohlene Einrichtung besondere Beachtung; ich theile diese hier mit den Worten des Erfinders um so lieber mit, da er mir die folgende Beschreibung behufs des vorliegenden Werkes mittheilt hat.

Fig. 19 giebt eine perspectivische Ansicht dieses Regenmessers; Fig. 2 einen Querschnitt derselben. Aus der Röhre T eines Trichters von beliebiger Größe fließt das Regenwasser in eine Art Schiffchen AB von Weißblech, das bei C (Fig. 19, 20, 21, 22) eine feste Scheidewand hat, und bei D und D' zwischen zwei Spitzen so beweglich ist, daß es eine bedeutende Oberlast hat. Vermöge der letztern steht es nie horizontal, sondern fällt nach der einen oder andern Seite über, so daß immer eine der Abtheilungen senkrecht unter die Oeffnung des Trichters zu stehen kommt, wie die Lage in Fig. 19 es darstellt. Der Gang dieses Instrumentes ist nun leicht zu erkennen. Sobald die jetzt oben stehende Abtheilung des Schiffchens A sich so weit mit Wasser gefüllt hat, daß sie das Gewicht der andern leeren Hälfte, und den Widerstand, welchen das unterhalb stehende Räderwerk entgegensetzt, zu überwinden vermag, schlägt das Schiffchen um, und erhebt dadurch die andere Abtheilung B, die nun gleichfalls sich füllt, um bald umzuschlagen. Es bedarf also nur einer Einrichtung, um die abwechselnden Schwankungen des Schiffchens zu zählen, und dies geschieht durch folgende Anordnung: EE ist ein Rad von 50 Zähnen, die, wie die Figur zeigt, ziemlich niedrig und auf der einen Seite senkrecht abgesetzt sind, so daß der am Schiffchen befestigte Haken sich leicht über denselben hinschieben, und mit Sicherheit das Rad rückwärts ziehen kann. Dieses findet Statt bei jeder zweiten Ausleerung oder jedem Ueberschlagen von A. Indem B sich ausleert, wird der Haken F um einen Zahn vorgeschoben, und, damit das Rad selbst hierdurch nicht aus seiner Stellung verrückt werde, ist an dem Ständer D'H der Hebel G angebracht, welcher mit einiger Schwere auf dem Rade aufliegt, so daß dasselbe wohl durch den Hebel F zurückgezogen, niemals aber nach der andern Seite bewegt werden kann. Die beiden krummgebogenen Drähte I und I' (der letztere ist der Deutlichkeit wegen in der Zeichnung abgebrochen) dienen, das Schiffchen in

der einen und der andern Lage zu unterſtützen, ſo daß der Grad ſeiner Neigung conſtant ſey, eine Bedingung, die auch leicht auf anderem Wege zu erreichen iſt.

Vermittelſt des Rades EE laſſen ſich nun bis auf 50 Schwankungen oder 100 Ausleerungen des Schiffchens zählen, eine Größe, die auch für den ſtärkſten Regen, der binnen 12 Stunden (z. B. die Nacht über) fallen möchte, mehr als hinreichend iſt. Einigen Verſuchen zufolge füllt ſich jede Kammer des Schiffchens vor dem Umſchlagen bis auf etwa 1 Kubikzoll an. Gäbe man dem kreisförmigen Trichter etwa 10 Zoll Durchmeſſer, ſo iſt der Flächenraum ſeiner Oeffnung $78\frac{1}{2}$ Zoll; mithin würden die 100 Kubikzoll Waſſer jenen Flächenraum etwa $\frac{5}{4}$ Zoll hoch anfüllen, was bereits ein bedeutender Regenguß wäre. Sollte er auch noch ſtärker ſeyn, ſo wird man ſich nie um $1\frac{1}{4}$ Zoll Regenhöhe irren können, und um aller Ungewißheit zu entgehen, dürfte man nur ein cylindriſches oder prismatiſches Gefäß von etlichen Zollen Höhe und ein Paar Zollen Durchmeſſer neben dem Trichter ausſetzen, an welchem die Waſſerhöhe die Ganzen, das Rad die Theile angäbe. Man iſt jedoch auch dieſer Mühe überhoben, wenn man die ſinnreiche Einrichtung der nachlaufenden Räder (hunting wheels) benutzt, wodurch weder die Belaſtung, noch die Reibung der Maſchine auf eine ſo nachtheilige Art vermehrt wird, wie dieſes durch Räderwerk der Fall wäre. Es befindet ſich nämlich hinter dem Rade EE ein anderes Rad LL von 51 Zähnen, welches auf der Axe K (Fig. 19 u. 20) befeſtigt iſt, während EE nur vermittelſt einer Hülſe auf derſelben ſich dreht, und durch den ebenfalls auf der Axe feſten Zeiger Z gegen das Abgleiten geſichert iſt. Beide Räder werden zugleich mit einander durch den Haken F fortgezogen, und ſo wird, wenn das Rad EE um 50 Zähne verſetzt worden iſt, das hintere Rad LL noch um den 51. zurück ſeyn, und der Weiſer Z, welcher mit ihm in feſter Verbindung ſteht, wird um einen Grad der Eintheilung zur Rechten des Nullpunkts ſtehen; bei einer folgenden Revolution des Rades EE um zwei Grade u. ſ. f., ſo daß man mit dieſer einfachen Vorrichtung 50 ganze Umläufe des Rades, mithin 50 Mal 100, oder 5000 Ausleerungen des Schiffchens notirt finden kann, was für den Trichter von 10 Zoll Durchmeſſer einer Waſſerhöhe von 64 Zoll

gleich käme; also hinreichte, den Regen zweier Jahre zu messen. Daß dieser Regenmesser keinem andern an Genauigkeit nachstehe, ist aus den obigen Annahmen leicht ersichtlich: es sind nämlich 100 Kubikzoll gleich einem Cylinder von 78,5 Quadratzoll Basis, und 1,273 Zoll Höhe; also eine Ausleerung gleich dem hundertsten Theil dieser Höhe, gleich 0,0127 Zoll oder 0,15 Linien. Der Werth eines Grades der Eintheilung, oder die eigentliche Sprache des Instrumentes, läßt sich jederzeit leicht ausmitteln, indem man ein genaues Flüssigkeitsmaaß, dessen Capacität in angenommenen Kubiktheilen, z. B. Kubikzollen, durch Aichung oder durch geometrische Ausmessung bekannt ist, mehrere Male nach einander in den Trichter ausgießt und die entsprechenden Angaben des Rades damit vergleicht, eine Operation, die von Zeit zu Zeit wiederholt werden muß, um sich zu versichern, ob und wie viel etwa eingetretene stärkere Reibungen die Anfüllungen der Kammern des Schiffchens vermehrt hätten.

Die beigefügten Zeichnungen stellen das Instrument in der halben Größe dar. Der Boden derselben HH, so wie die Ränder HD sind von starkem Eisenblech, etwa 2 Linien dick. Alle Bewegungen gehen zwischen Schraubenspitzen. Das Schiffchen ist etwa 5 Zoll lang, 2 Zoll breit, und in der Mitte etwa $1\frac{1}{2}$ Zoll hoch. Seine Form ist cylindrisch concav, weil die Erfahrung zeigte, daß bei einem planen Boden, ungeachtet der merklichen Senkung, beim Entleeren immer eine Wasserschicht von 1 bis 2 Linien Dicke liegen blieb, welche die Unterlast derselben auf eine unbequeme Weise vermehrt hätte. Die Länge der Kammern von der Scheidewand bis zum Auslauf ist etwa $2\frac{2}{3}$ Zoll und dürfte wohl auf 3 Zoll gehen, weil dadurch die Hebelwirkung des Wassers vor dem Auslaufen vermehrt wird. Als Zeiger für die einzelnen Eintheilungen kann man die Schärfe des Hebels G gebrauchen, oder auch irgend anderswo am Gestell einen festen Weiser anbringen, während dem der Zeiger Z die ganzen Umläufe des Rades, oder die Hunderte der Entleerungen angiebt. Da jeder Grad der Eintheilung zwei Entleerungen gleich ist, so muß die Angabe des Hebels G verdoppelt werden, und wenn zugleich die Abtheilung B es ist, die zuletzt umgeschlagen (wie die Figur es darstellt), so muß zu dieser Zahl noch 1 hinzugesetzt werden. Das Ganze ist schwarz gefirnißt, die Eintheilung auf der gezahnten

herabfällt; ein ſolcher Tag muß alſo zu den Regen- und Schneetagen gezählt werden, nothwendig aber wird dadurch die Zahl der Tage, an denen Waſſer herabfällt, zu groß. Da es jedoch wünſchenswerth iſt, die Zahl der Schneetage ebenfalls kennen zu lernen, ſo iſt es am zweckmäßigſten, ſie beſonders neben der Summe der Regen- und Schneetage mitzutheilen.

Um die Menge von Regen an einem Orte zu erhalten, ſucht man die Höhe auf, bis zu welcher das Waſſer auf einer horizontalen Ebene während eines großen Zeitraumes ſteigen würde, wofern es nicht verdunſtete. Um dieſe Größe zu erhalten, bedient man ſich der Regenmeſſer (Ombrometer, Udometer, Hyetometer, auch Pluviometer). Meiſtens nimmt man ein viereckiges oder rundes Gefäß, deſſen Oeffnung eine bekannte Größe hat, und ſtellt dieſes im Freien dergeſtalt auf, daß weder von Bäumen noch von andern Gegenſtänden Waſſer hineingeſprützt werden könne. Da jedoch in unſern Gegenden das bei einem Regen herabfallende Waſſer häufig kaum eine Linie beträgt, ſo können bei Abſchätzung dieſer Größe leicht bedeutende Fehler begangen werden. Man bedient ſich deshalb der Maaßröhren. Eine gut calibrirte Röhre, deren Durchmeſſer ein bekannter aliquoter Theil von dem Durchmeſſer des Udometers iſt, nimmt das herabgefallene Waſſer auf, ſey es, daß dieſes durch eine Röhre aus dem oberen Gefäße in die Maaßröhre fließe, oder daß man es hineingieße. Hat alſo die Oeffnung des Regenmeſſers eine Seite von 1 Fuß Länge, das runde Meßgefäß aber einen Durchmeſſer von 3″, alſo eine Fläche von 27 Quadratzoll, ſo nimmt eine Waſſermenge, welche in dem Udometer eine Höhe von einer Linie hat, in dem Meßgefäße eine Höhe von $\frac{144}{27} = 5''',3$ ein, und der zu begehende Fehler beträgt hier nur $\frac{1}{5,3}$ deſſen, welchen man bei unmittelbarer Meſſung der Höhe begehen würde.

Da das Waſſer ſtets verdunſtet, ſo ſollte ſeine Höhe ſogleich nach jedem Regen gemeſſen werden, oder es ſollte das Waſſer durch eine Röhre in ein Gefäß laufen, aus welchem keine Dämpfe entweichen können. Die erſte Methode hat manches Unbequeme, wenn ſich der Apparat außerhalb der Wohnung des Beobachters befindet; bei der zweiten tritt der Uebelſtand ein, daß das Gefäß

$\frac{M}{N^2} = 0{,}0218$ somit $h = n \times 0{,}0218 = 0{,}284$ Zoll $= 3\frac{1}{4}$
inien Höhe. Wäre N nur $= 59$, so würde $h = 0{,}289$ Zoll
oraus erhellet, daß auch eine Aenderung der Reibung im Räder-
erk auf das Resultat von geringem Einfluß wäre. Um jedoch
uch gegen diese Besorgniß sich völlig zu sichern, möchte es für
inen fleißigen Beobachter vorzüglicher seyn, jenes zweite Rad
on 51 Zähnen ganz wegzulassen, und dagegen dem Rade EE
inen etwas größern Durchmesser und 100 Zähne statt 50 zu
eben. Zu bemerken ist noch, daß der am Schiffchen befestigte
ebel, welcher den Haken K in Bewegung setzt, so lang seyn
uß, daß er denselben um etwa $1\frac{1}{2}$ Zähne vorschiebt, damit
as Umschlagen des Schiffchens durch keinerlei Widerstand gehin-
ert werde, und der Haken den Zahn erst berühre, wenn jenes
ereits einige Beschleunigung erhalten hat.

Um die Menge von Wasser zu finden, welche als Schnee
der Hagel herabfällt, ist wohl die Höhe angegeben, welche der
chnee über dem Boden erreicht, aber leider ist diese wegen der
ngleichen Dichtigkeit des Schnees, welche zwischen $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{24}$
n der des Wassers schwankt [10]), nicht brauchbar, um die Größe
s Niederschlages zu bestimmen. Man läßt den Schnee in ein
efäß von bekannter Oeffnung und beträchtlicher Höhe fallen,
milzt ihn und mißt alsdann die Menge des erhaltenen Wassers
dem gewöhnlichen Udometer. Macht man das obere Gefäß
i dem Udometer Horner's etwas hoch, so daß es allen wäh-
nd einer gegebenen Zeit herabfallenden Schnee fassen kann, so
rd es in vielen Fällen genügen, diesen durch eine bekannte
enge Wasser von höherer Temperatur zu schmelzen und dann
hinzugegossene Menge von dem Endresultate zu subtrahiren.

Bei Vergleichung der absoluten Regenmengen an verschiede-
n Orten tritt der Uebelstand ein, daß die Menge Wassers von
Höhe des Instrumentes vom Boden abhängt. Heberden
d, daß sich oben auf der Kirche der Westminsterabtei, auf

---

10) Sedileau in den Mém. de Paris 1692. p. 34. de la Hire
ib. 1712. p. 2. Musschenbroek Introd. §. 2404.

einem Hauſe daneben und noch 4½ Fuß tiefer die Regenmengen alle Monate wie 5 zu 8, zu 10 verhielten [11]), und eben dieſes Reſultat wurde in der Folge von ſehr vielen andern Beobachtern beſtätigt [12]). Dieſer Unterſchied iſt nicht in allen Jahreszeiten gleich. So fand Dalton, daß ſich die Regenmenge auf einem 150 Fuß hohen Thurme zu der auf Fußebene im Sommer ſehr nahe wie 2 : 3, im Winter wie 1 : 2 verhielte [13]). Dieſe Abhängigkeit von den Jahreszeiten zeigen beſonders die mehrjährigen Beobachtungen auf der 30 Meter hohen Terraſſe der Pariſer Sternwarte in Vergleich mit der Regenmenge, welche in einem 27 Meter niedrigeren und 3 Meter über dem Boden befindlichen Regenmeſſer gefunden wurden. Sehen wir letztere Größe als Einheit an, ſo iſt nach 9jährigen Beobachtungen (1818—26) die Regenmenge auf der Terraſſe um 0,116 des Ganzen kleiner. Für die einzelnen Monate aber erhalten wir folgende Größen:

Monat	Terraſſe.	Hof	Unterſch.	Monat	Terraſſe	Hof	Unterſch.
Jan.	3c,018	3c,622	0,167	Jul.	3c,625	3c,825	0,052
Febr.	3,056	3,757	0,187	Auguſt	3,893	4,192	0,071
März	3,662	4,383	0,164	Sept.	4,786	5,097	0,061
April	3,762	4,165	0,097	Oct.	4,617	5,405	0,146
Mai	6,188	6,756	0,084	Nov.	3,993	4,871	0,180
Jun.	3,894	4,150	0,061	Dec.	3,903	4,601	0,152

Viele Phyſiker glauben, daß blos die mechaniſche Wirkung des Windes die Urſache der größeren Regenmenge in der Tiefe ſey [14]); die Luftſtrömungen ſollen am Boden geringer ſeyn, als in einiger Höhe, des Regen daher in dem am Boden befindlichen Regenmeſſer verticaler, in den oberen ſchiefer, alſo in geringerer Menge fallen. Gewiß iſt es, daß dieſe Erſcheinung ſich meiſtens bei windigem Wetter zeigt, wo in Paris die Differenzen am gröſ-

11) Phil. Trans. 1769. Vol. LIX. p. 359.

12) Barrington in Phil. Trans. 1771. p. 294. Bugge in Saml. af det Danske Vidensk. Selsk. Skr V, 227. Wargen in Abh. der Schwed. Acad. 1763. S. 3. Arago in den Ann. Chimie XVIII, 410. XII, 422. XXIV, 398 u. andere.

13) Gilbert's Annalen XV.

14) Flaugergues in Bibl. univ. VIII, 127. und Annals of Phil. XIV, 14.

ten sind, aber Arago setzt hinzu, daß man dasselbe auch zuweilen bei völlig windstillem Wetter bemerke [15]). Sodann ist offenbar ein beliebiger horizontaler Queerschnitt eines Cylinders bei unveränderter Basis derselbe, möge dieser Cylinder schief oder vertical stehen, es muß also in beiden Fällen die Zahl der in das Gefäß fallenden Tropfen gleich seyn [16]).

Der wichtigste Grund dieses Unterschiedes ist ein hygrometrischer, wie dieses Hamilton bereits im J. 1765 vermuthete [17]). Wenn der Regen herabfällt, so kommt er aus höheren und kalten Schichten der Atmosphäre, dabei sinkt die Temperatur der Atmosphäre mehr oder weniger. So sah Humboldt das Thermometer in Cumana während eines Regens von 30° bis 21° sinken [18]), und dasselbe Phänomen läßt sich bei den meisten Niederschlägen beobachten. Nothwendig ist die Temperatur der Regentropfen noch niedriger, und wenn diese kalten Körper durch die Atmosphäre gehen, so schlägt sich in jedem Momente auf ihnen Dampf nieder; je tiefer die Tropfen sinken, desto größer wird ihr Volumen und die beobachtete Regenmenge [19]). Je näher die unteren Schichten der Atmosphäre dem Punkte der Sättigung sind, desto bedeutender muß dieser Unterschied werden, daher ist er im Sommer in Paris kleiner als im Winter. Eben dieses fand Howard bestätigt. Waren nämlich die unteren Schichten der Atmosphäre trocken, so war die Menge Wassers in dem unteren Gefäße eben so groß, als in dem oberen, bei nebeligem Wetter aber erreichte dieser Unterschied sein Maximum [20]). Hieran reiht sich die Behauptung von Copland, daß es ein Zeichen von länger anhaltendem Regen sey, wenn die Menge des Wassers im unteren Gefäße die im oberen bedeutend übersteige, dagegen von baldiger Rückkehr des guten Wetters, wenn sich im oberen Gefäße eben so viel oder noch mehr Wasser sammle, als im unteren [21]),

15) Annales de Chimie XVIII, 410.
16) Meickle in Annals of phil. XIV, 312. Arago in Ann. de Chimie XXXI, 417.
17) Phil. Trans. 1765, 163.
18)) Humboldt Voyage XI, 20.
19) Boisgiraud in den Ann. de Chimie XXXI, 417.
20 Gilbert's Annalen XLI, 420.
21) Ebend. XXXI, 92.

Scheibe hingegen weiß auf schwarzem Grunde, wobei die Striche recht sicher vermittelst der Reißfelder mit Firnißfarbe gezogen werden können. Die Maschine kommt in ein Kästchen (Fig. 23.) von etwa 10 Zoll in Kanten zu stehen, das mit Glasfenstern und einer verschlossenen Thüre versehen und auf welchem der Trichter T vermittelst eines flachen angelötheten Ringes oder Kragens befestigt ist. Im Boden derselben, senkrecht unter den Ausleerungen des Schiffchens, sind Löcher, groß genug, um dem Wasser freien Abzug zu gestatten. Das ganze Gehäuse ist stark mit Oelfarbe angestrichen, um den Einflüssen der Witterung desto besser zu widerstehen; es könnte auch ganz von Blech verfertigt werden. Die Aussetzung des Regenmessers hängt von Oertlichkeiten ab, nur muß er solid befestigt seyn. Der Auffangungstrichter muß ziemlich steil von Steigung seyn, damit die oft langsam einfallenden Regentropfen nicht einzeln auf dem Abhange liegen bleiben und verdunsten; oben muß er einen aufrechten cylindrischen Rand haben, dessen innerer Durchmesser an mehreren Stellen sorgfältig nachgemessen werden muß.

Es sey nun a der Flächenraum, welcher diesem Durchmesser zukommt; M das gebrauchte Flüssigkeitsmaaß in Kubikzollen; N die Zahl der Ausleerungen des Schiffchens, welche dieses Quantum Wasser erheischt, um durchzulaufen; n die Zahl der Ausleerungen nach einem Regen, und h die absolute Höhe des gefallenen Regens: so ist erstlich $\frac{M}{N}$ gleich dem Werth einer Ausleerung in Kubikzollen; mithin $n\frac{M}{N}$ gleich der auf die Trichteröffnung gefallenen Regenmenge, welche daselbst einen Wassercylinder von der Größe ah entsprechen würde; daraus folgt $h = \frac{nM}{aN}$. Hier sind M und a unveränderliche Größen; n ist vielleicht wegen Ungleichheit der Reibung einer kleinen Aenderung unterworfen, die wohl erst nach längeren Zeiträumen bemerkbar werden kann; mithin braucht man das jedes Mal beobachtete n nur mit dem constanten Factor $\frac{M}{aN}$ zu multipliciren, um h zu erhalten. Wäre z. B. $M = 68$ Kubikzoll; das ihm entsprechende $N = 40$; $n = 13$ und $a = 78{,}5$ Quadratzoll: so ist $\frac{M}{N} = 1{,}7$ Kubikzoll;

$\frac{M}{N}$

sammelte Humboldt im Mai am Rio Negro in 5 Stunden 21‴ und einige Tage später in 3 Stunden 14‴ Wasser, und dieses war die gewöhnliche Regenmenge [23]). In Bombay fiel im 13 Julius 1827 6″ 6‴,8 und an 10 Tagen im Durchschnitte täglich nahe 4″ [24]). In Cayenne fielen nach den Messungen von Roussin am 14ten Februar von 8h A. bis 6h M. 10¼″ Wasser [25]).

Dagegen verschwinden freilich die Regenmengen, welche man in gleichen Zeitabschnitten gewöhnlich in höheren Breiten beobachtet, es sind jedoch auch aus diesen einzelne so starke Regengüsse bekannt. So waren nach den Beobachtungen von Lardy de la Brossy in Joyeuse am 9ten August 1807 während eines Tages 9″ 3‴, am 9ten October 1827 bei einem heftigen Gewitter in 22 Stunden 29″ 3‴ Wasser gefallen [26]). Eben so fielen in Genua am 25sten October 1822 wenigstens 10″ [26a]), und in Genf am 20sten Mai 1827 bei einem 3 Stunden anhaltenden heftigen Gewitter wenigstens 6″ Wasser herab [27]). Diese starken Regengüsse aus einer kurz vorher scheinbar trockenen Luft haben die Physiker von jeher nicht wenig in Erstaunen gesetzt [28]), und man glaubte, daß sie sich nicht nach den gewöhnlichen Gesetzen der Hygrometrie erklären ließen. Aber selbst dann, wenn wir annehmen, daß nur die Hälfte des über einem Orte befindlichen Wasserdampfes herabfiele, würden wir eine Größe erhalten, welche die wirklich beobachtete bedeutend überstiege. Nehmen wir dazu, daß in Gebirgsgegenden Luftmassen mit Heftigkeit in die Höhe getrieben werden, daß bei Gewittern in jedem Momente neue Dampfmassen zu der Hauptwolke gelangen, um gleich darauf als Regen in die Tiefe zu stürzen, dann ergiebt sich die einfache Quelle dieser ungeheuren Wassermenge [29]).

---

23) Humboldt Voyage VII, 306.
24) Edinb. Journ. of Sc. X, 142.
25) Annales de Chimie XXVIII, 406.
26) Ibid. XXXVI, 414.
26a) Ibid. XXVII, 407.
27) Biblioth. univ. XXXV, 53.
28) Im gemeinen Leben bezeichnet man so heftige Niederschläge häufig mit dem Namen Wolkenbrüche.
29) Humboldt Voyage VII, 427.

Ich will jetzt die Phänomene des Regens betrachten, so wie sie sich in verschiedenen Gegenden der Erde zeigen. Wo zwischen den Wendekreisen der Passat mit größter Stärke und Regelmäßigkeit auf dem Meere weht, regnet es nicht, der Himmel ist fast heiter, zumal wenn die Sonne in der andern Halbkugel steht. Nur in der Region der Calmen regnet es häufig; der aufsteigende Luftstrom nimmt eine große Menge von Dämpfen mit, welche in den höheren Schichten der Atmosphäre und an der Gränze des oberen und unteren Passates condensirt werden. Die Sonne geht hier meistens bei heiterem Himmel auf, gegen Mittag zeigen sich einzelne Wolken, deren Volumen bald zunimmt, es folgen gewaltige electrische Explosionen mit heftigen Windstößen; gegen Abend lösen sich die Wolken auf und die Sonne geht meistens heiter unter [30]). Bei diesem Vorgange, der sich fast täglich wiederholt, fällt eine große Menge Regen herab: so fand Tuckey, daß am 12ten Mai 1816 in 2° 30′ N während einer Zeit von drei Stunden 3″ 1‴ Wasser auf sein Schiff fiel [31]). Dieses Phänomen zeigt sich auch in Südamerica in der Nähe des Aequators, nur daß hier vielleicht durch partielle Luftströme die Condensation allgemeiner zu seyn scheint, wenigstens sieht man am Rio Negro die Sonne und Sterne nur selten [32]).

Diese reichlichen Niederschläge am Aequator scheinen auch Ursache zu seyn, daß es in der Region der Passate so wenig regnet. Der obere Luftstrom verliert schon einen großen Theil seines Dampfgehaltes, und nur dann, wenn er sich in höheren Breiten in die Tiefe senkt und das Zusammentreffen der Polar- und Aequatorialströme Luftmassen von ungleicher Wärme und Dampfgehalt mischt, beginnt der Regen aufs Neue.

Wo dagegen zwischen den Wendekreisen die Passate nicht mit größter Regelmäßigkeit wehen, regnet es in einem Theile des Jahres, während der Himmel in dem andern Theile heiter ist. Man nimmt daher zwischen den Wendekreisen nur zwei Jahreszeiten an, die trockene und die nasse, oder wie die Indianer des Orenocco sagen, die Jahreszeit der Sonne und der

30) Spix und Martius Reise I, 74.
31) Annales de Chimie XXVII, 407.
32) Humboldt Voyage VII, 805.

Wolken [33]). Dieselbe Eintheilung finden wir bei den Mandingos [34]), den Negern der Sierra-Leone-Küste [35]) und allenthalben wo sich diese Jahreszeiten characteristisch unterscheiden. In der trockenen Jahreszeit gehört selbst das Erscheinen einer einzelnen Wolke zu den Seltenheiten [36]), nur in einzelnen Gebirgsthälern zeigt sich eine Störung dieses Ganges [37]), wahrscheinlich durch partielle Luftströme, welche lokale Condensationen des Dampfes bedingen.

Dieses Phänomen zeigt sich an den meisten Orten fast auf dieselbe Weise; nirgends aber ist es so ausführlich untersucht worden, als dieses von A. v. Humboldt am Orenocco geschehen ist. In demjenigen Theile Südamericas, welcher nördlich vom Aequator liegt, ist der Himmel vom December bis zum Februar ungemein heiter, der Wind weht mit großer Regelmäßigkeit aus O oder ONO, dabei ist die Luft im hohen Grade trocken und die Pflanzen haben ihre Blätter verloren [38]). Gegen Ende Februars und im Anfange des Märzes ist das Blau des Himmels weniger tief, das Hygrometer zeigt größere Feuchtigkeit, die Bäume fangen an sich zu belauben; das helle Licht der Sterne wird zuweilen durch eine leichte Nebelschicht verhüllt, sie funkeln selbst bis zu einer Höhe von 80° [39]). Der regelmäßige Wind wird weniger stark, und Windstillen sind häufig. Nach und nach häufen sich gegen SSO Gebirgen ähnliche Wolken, die nicht selten den ganzen Himmel mit ungeheurer Schnelligkeit durchlaufen. Am Ende März zeigen sich electrische Explosionen am südlichen Himmel, dann geht der Wind auf mehrere Stunden nach W und WSW, dabei nimmt die Luftelectricität zu, namentlich ist sie zur Zeit des Sonnenunterganges stark [40]), und dieses ist ein sicheres Zeichen von der Nähe der nassen Jahreszeit, welche am Orenocco

33) Humboldt Voyage VI, 176 und in den Ann. de Chimie VIII, 180.
34) Mungo Park travels p. 271.
35) Winterbottom Nachrichten S. 33.
36) Humboldt Voyage VI, 180.
37) Ibid. und Dampier Traité des vents p. 79.
38) Humboldt Voyage V, 108. VI, 179.
39) Ibid. V, 115.
40) Ibid. VI, 178. XI, 22.

am Ende Aprils beginnt. Der Himmel wird dann trübe, das Blau verschwindet und der Himmel bekommt bei steigender Temperatur eine gleichmäßig graue Farbe. Nachmittags, wenn die Wärme der Atmosphäre ihr Maximum erreicht, erhebt sich auf der Ebene ein Gewitter mit heftigem Regen, welcher sich während der Nacht nur in wenigen Gegenden zeigt. Schon ein unbekannter Holländer bestimmte diesen Gang im J. 1722 für Surinam folgendermaßen: In der feuchten Jahreszeit fängt der Regen anfänglich zwischen 9^h und 10^h Morgens an und dauert bis 3^h oder 4^h Abends; später nimmt er gegen 11^h oder Mittag den Anfang, nachher gegen 1^h oder 2^h und zuletzt gegen 3^h oder 4^h, worauf er endlich ganz aufhört. Sehr selten regnet es zur Nachtzeit; bei Sonnenaufgang ist die Luft das ganze Jahr hindurch hell [41]). Diese heiteren Morgen scheinen in den meisten Gegenden vorhanden zu seyn, so in Quito [42]), in Dar-Fur u. s. w. und nur die Wälder des Orenocco und Rio Negro, wo die Sterne selten sichtbar sind, machen vielleicht deshalb eine Ausnahme, wo ein großer Theil der Dämpfe in der Tiefe condensirt wird.

Alle Phänomene deuten darauf, daß durch den aufsteigenden Luftstrom, welcher an dem Orte am stärksten ist, in dem Zenith sich die Sonne befindet, eine große Störung im Gleichgewichte der Atmosphäre erzeugt wird; daher anfänglich nur ein Funkeln der Sterne, späterhin eine Veränderung in der Richtung der Winde. Durch die Verdunstung des am vorigen Tage gefallenen Wassers wird dieser Prozeß längere Zeit unterhalten. Die Luft ist dann so feucht, daß selbst mitten in Africa Kleider, Schuhe und andere Gegenstände, welche nicht unmittelbar am Feuer stehen, feucht werden und die Einwohner sich in einer Art von Dampfbad befinden [44]). Eben so wie in Südamerica, kündigt sich auch in Africa die nasse Jahreszeit durch den Wech-

41) Journal litteraire de la Haye 1722. p. 234 bei Humboldt Voyage X, 370.

42) Stevenson Reise II, 194.

43) Browne travels p. 281.

44) Mungo Park travels p. 259. Denham Narrative p. 87. Dasselbe gilt von America. Bouguer Figure de la Terre. XXI.

der Winde an. Am Südrande der Sahara, so wie an der Sierra-Leone-Küste sind die häufigen Aenderungen des Windes und zerstreute Wolken die Vorzeichen von ihr, sie beginnt dann, wenn der SW über den NO das Uebergewicht erhalten hat [45]). Dieses Uebergewicht dauert auch in der nassen Jahreszeit fort (s. S. 201), und nur dann, wenn der Wind auf einige Zeit nach N oder W geht, hören die Regen auf [46]).

Da diese Niederschläge von dem aufsteigenden Luftstrome abhängen, letzterer aber mit der Sonne fortrückt, so findet eine ähnliche Verrückung dieser Jahreszeit Statt [47]); im Allgemeinen sind die Regen dann am stärksten, wenn sich die Sonne im Zenith des Beobachters befindet. In Africa z. B. beginnt die nasse Jahreszeit in der Nähe des Aequators schon im April; zwischen 10° N und dem Wendekreise, namentlich in den Gegenden, durch welche der Senegal fließt, dauert sie vom Anfange des Junius bis zu Anfange des November [48]), während sie an der Sierra-Leone-Küste bereits im Mai anfängt und am Ende Septembers aufhört [49]). Und ein völlig ähnliches Verhalten zeigt sich im Innern Africa's. Auf dem nördlichen Theile der Mandingo-Terrasse traf Mungo Park den ersten Regen am 19ten Junius [50]), dagegen beginnt der Regen in dem südlicher liegenden Bornu schon in der Mitte Mais mit heftigen Gewittern und dauert bis zur Mitte Septembers [51]), vielleicht aber fängt sie hier schon etwas früher an, da die Reisenden schon am 18ten und 25sten April heftige Gewitter hatten [52]), was auch mit den Angaben des Sherif Imhammed (Mitte Aprils) übereinstimmt [53]). In Dar-Fur dauert diese Jahreszeit von der Mitte

45) Mungo Park travels p. 147. Denham Narrative p. 207. Browne travels p. 281. Winterbottom Nachrichten S. 94.
46) Sherif Imhammed bei Lucas in den Proceedings I, 199.
47) Dampier Traité des Vents p. 72.
48) Golberry fragmens I, 225.
49) Winterbottom Nachrichten S. 35.
50) Mungo Park Travels p. 167.
51) Denham Narrative p. 314 u. 197.
52) Ibid. 105 u. 125.
53) Bei Lucas in den Proceedings I, 199.

des Junius bis zur Mitte des September [54]). In dem noch ſüdlicheren Sondar (Habeſch) iſt der Anfang noch früher, da ſchon am erſten März einzelne Regentropfen fallen [55]); vielleicht aber ſind hier die Gebirge eine der mitwirkenden Urſachen, gerade ſo wie in Jamaica die Regen drei Wochen früher in den Gebirgen als an der Küſte eintreten [56]).

An denjenigen Orten, welche in der Nähe des Aequators liegen und durch deren Zenith die Sonne jährlich zweimal geht, finden wir zwei naſſe Jahreszeiten, ſey es nun, daß beide wirklich durch eine trockene Jahreszeit getrennt ſind, oder daß ſich nur zwei Maxima in der Menge des Regens zeigen. So unterſcheidet man in Berbice (holl. Guiana) die große Regenzeit vom April bis Junius, dann folgt bis zur Mitte des December die große trockene Jahreszeit, hierauf bis zur Mitte des Februar die kleine Regenzeit und in dem übrigen Theile des Jahres die kleine trockene Zeit [57]). Jedoch ſcheint dieſer Vorgang nicht in allen Jahren genau auf dieſelbe Art zu erfolgen, wenigſtens bemerkt Dampier, daß Surinam das einzige ihm bekannte Land der nördlichen Halbkugel ſey, welches mit der ſüdlichen einerlei Jahreszeiten habe [58]), offenbar wegen des Vordringens des SO-Paſſates in die nördliche Halbkugel (ſ. S. 181).

Wie weit ſich die periodiſchen Regen nach Norden oder Süden erſtrecken iſt nicht bekannt; wenn erſt die Wiſſenſchaften in Amerika mehr cultivirt ſeyn werden, ſo wird ſich hierüber mehr entſcheiden laſſen; in der Havannah ſcheint nach den ſogleich mitzutheilenden Meſſungen ein Uebergang zu den Verhältniſſen in höheren Breiten Statt zu finden. In der Sahara ſcheinen ſie ihre nördliche Gränze in etwa 16° N zu haben [59]). In Dongola in 18° N ſind die Regen nicht mehr regelmäßig: ſo gab es in Ambukol im J. 1823 nur

54) Browne travels p. 254.

55) Bruce Reiſen III, 663.

56) Dampier Traité des Vents p. 79.

57) Hartſink Beſchreibung von Guiana I, 293.

58) Dampier Traité des Vents p. 77.

59) Bruce Reiſen I, 264 u. Denham Narrative, Ueberſichtscharte.

fünf Regenschauer und nicht viel mehr im folgenden Jahre; diese Sommerregen werden in der Landstrecke Dehem (in der Krümmung nordwestlich von Schendie) in 17° N schon ziemlich regelmäßig, und in Schendie sind die Regen schon heftig [60]). In der Nähe des Meeres scheint die Gränze nördlicher zu liegen, wie Golberry's Bemerkungen (l. l.) für die Westküste beweisen, und eben so scheint die Gränze in Nubien sich fast bis 19° N zu erstrecken [61]), so daß diese Gränze im Innern Africa's wahrscheinlich eine gegen den Aequator convexe Curve bildet.

Eine bereits mehrfach erwähnte Ausnahme von diesem allgemeinen Gange macht Hindostan. Die Westküste dieser Halbinsel hat ihre nasse Jahreszeit während des SW-, die östliche während des NO-Moussons. Indem nämlich der vom Meere kommende SW-Wind an der Küste Malabar durch die Ghats aufgehalten wird, häuft sich dort eine Menge von Dämpfen an, die in den höheren Regionen condensirt werden und viele Regen und heftige Stürme verursachen, daß keine Schiffe landen können. Diese Stürme erstrecken sich oft 50 Lieues von der Küste, weiterhin ist der Himmel heiter. Ganz dasselbe erfolgt während des NO-Moussons an der Küste Coromandel, nur ist hier das Gebirge weniger steil und das Wetter weniger schlecht [62]). Das Plateau von Decan nimmt an beiden Jahreszeiten Theil, nur kommt hier die Luft ziemlich trocken an, und daher sind die Regen nicht bedeutend. Eben so zeigt Ceylon diesen Gegensatz der Ost- und Westküste in einem verjüngten Maaßstabe. So wie die nasse Jahreszeit in America und Africa mit der Sonne fortrückt, so auch hier; die Regenzeit fängt in Calcutta am 2ten Junius an, in Lucknow etwa 16 Tage später [63]).

Die Gränze der periodischen Regen scheint an der Westküste Hindostans in der Nähe der Mündungen des Indus zu liegen,

60) Rüppell Reise S. 75. 99. 116.

61) Ehrenberg bei Buch in Poggendorff's Annalen XV, 360.

62) le Gentil Voyage I, 475.

63) Valentia Reise I, 175.

des Januars bis zur Mitte des September [54]). In dem noch ſü
licheren Gondar (Habeſch) iſt der Anfang noch früher, da ſch
am erſten März einzelne Regentropfen fallen [55]); vielleicht ab
ſind hier die Gebirge eine der mitwirkenden Urſachen, gera
ſo wie in Jamaica die Regen drei Wochen früher in den Geb
gen als an der Küſte eintreten [56]).

An denjenigen Orten, welche in der Nähe des Aequato
liegen und durch deren Zenith die Sonne jährlich zweimal ge
finden wir zwei naſſe Jahreszeiten, ſey es nun, daß beide wirkli
durch eine trockene Jahreszeit getrennt ſind, oder daß ſich m
zwei Maxima in der Menge des Regens zeigen. So unterſchei
man in Berbice (holl. Guiana) die große Regenzeit vom Apr
bis Junius, dann folgt bis zur Mitte des December die gr
trockene Jahreszeit, hierauf bis zur Mitte des Februar die kl
Regenzeit und in dem übrigen Theile des Jahres die kleine troc
Zeit [57]). Jedoch ſcheint dieſer Vorgang nicht in allen Jahren e
nau auf dieſelbe Art zu erfolgen, wenigſtens bemerkt Da
pier, daß Surinam das einzige ihm bekannte Land der nördli
Halbkugel ſey, welches mit der ſüdlichen einerlei Jahreszei
habe [58]), offenbar wegen des Vordringens des SO-Paſſates
die nördliche Halbkugel (ſ. S. 181).

Wie weit ſich die periodiſchen Regen nach Norden oder Sü
erſtrecken iſt nicht bekannt; wenn erſt die Wiſſenſchaften in Amer
mehr cultivirt ſeyn werden, ſo wird ſich hierüber mehr entſcheid
laſſen; in der Havannah ſcheint nach den ſogleich mitzutheilenden Me
ſungen ein Uebergang zu den Verhältniſſen in höheren Breiten Sta
zu finden. In der Sahara ſcheinen ſie ihre nördliche Gränze
etwa 16° N zu haben [59]). In Dongola in 18° N ſind die Reg
nicht mehr regelmäßig: ſo gab es in Ambukol im J. 1823 m

54) Browne travels p. 254.

55) Bruce Reiſen III, 663.

56) Dampier Traité des Vents p. 79.

57) Hartſink Beſchreibung von Guiana I, 293.

58) Dampier Traité des Vents p. 77.

59) Bruce Reiſen I, 264 u. Denham Narrative, Ueberſichtsch

ünf Regenschauer und nicht viel mehr im folgenden Jahre; iese Sommerregen werden in der Landstrecke Beheda (in der Nil-rümmung nordwestlich von Schendie) in 17° N schon ziemlich egelmäßig, und in Schendie sind die Regen schon heftig [60]). In er Nähe des Meeres scheint die Gränze nördlicher zu liegen, wie Golberry's Bemerkungen (l. l.) für die Westküste beweisen, nd eben so scheint die Gränze in Nubien sich fast bis 19° N zu rstrecken [61]), so daß diese Gränze im Innern Africa's wahrschein-ch eine gegen den Aequator convexe Curve bildet.

Eine bereits mehrfach erwähnte Ausnahme von diesem all-emeinen Gange macht Hindostan. Die Westküste dieser Halb-nsel hat ihre nasse Jahreszeit während des SW-, die östliche wäh-end des NO-Moussons. Indem nämlich der vom Meere kom-nende SW-Wind an der Küste Malabar durch die Ghats aufge-halten wird, häuft sich dort eine Menge von Dämpfen an, die n den höheren Regionen condensirt werden und viele Regen und eftige Stürme verursachen, daß keine Schiffe landen können. Diese Stürme erstrecken sich oft 50 Lieues von der Küste, weiterhin st der Himmel heiter. Ganz dasselbe erfolgt während des NO-Moussons an der Küste Coromandel, nur ist hier das Gebirge veniger steil und das Wetter weniger schlecht [62]). Das Plateau on Decan nimmt an beiden Jahreszeiten Theil, nur kommt hier ie Luft ziemlich trocken an, und daher sind die Regen nicht be-eutend. Eben so zeigt Ceylon diesen Gegensatz der Ost- und Westküste in einem verjüngten Maaßstabe. So wie die nasse Jahreszeit in America und Africa mit der Sonne fortrückt, so auch ier; die Regenzeit fängt in Calcutta am 2ten Junius an, in ucknow etwa 16 Tage später [63]).

Die Gränze der periodischen Regen scheint an der Westküste Hindostans in der Nähe der Mündungen des Indus zu liegen,

---

60) Rüppell Reise S. 75. 99. 116.

61) Ehrenberg bei Buch in Poggendorff's Annalen XV, 360.

62) le Gentil Voyage I, 475.

63) Valentia Reise I, 175.

dann hier regnet es nur noch am Meere, im Innern zeigen ſich einzelne Regenſchauer und in Tatta hatte es bei Hamilton's Anweſenheit ſeit drei Jahren nicht geregnet. Während ſich aber, wie bereits Ariſtobulus bemerkt hatte, in der Ebene ſo wenig Regen zeigt, ſind dieſelben in den Gebirgen häufiger [64]).

Die Regentropfen zeichnen ſich in den meiſten Tropengegenden durch ihre bedeutende Größe aus [65]); das Gefühl, welches die einzelnen Tropfen auf dem nackten Körper verurſachen, iſt höchſt unangenehm [66]), offenbar deshalb, weil dieſe großen Tropfen ſich wegen des geringeren Widerſtandes ſchneller bewegen, als kleinere, und das Product der Maſſe mit der Geſchwindigkeit, d. i. die ſtoßende Kraft, bei jenen weit größer iſt, als bei dieſen. Die abſolute Waſſermenge, welche dann herabfällt, iſt ſehr groß und die Fluſſe wachſen ſehr ſchnell. Das Anſteigen des Nils iſt ſeit Jahrtauſenden bekannt, aber dieſelbe Erſcheinung zeigen alle tropiſchen Flüſſe. Eigentliche Meſſungen über die Regenmenge ſind bis jetzt nur in geringer Menge angeſtellt. Le Gentil erhielt in Pondichery vom 7ten bis 29ſten November 12″ 9‴ Waſſer [67]) und er vermuthet, daß die Höhe des Regens an der Küſte Malabar 7 bis 8 Fuß betrage [68]). Nach einer Ueberſicht in der Indian Gazette betrug die Regenmenge zu Arracan im Julius 60, im Auguſt 43,5 engliſche Zoll, und dabei hatte es ſeit dem Februar ſtark geregnet [69]). In Vera Cruz fand Coſtanza im J. 1803 62″ 2‴ Waſſer, und hievon gaben Julius, Auguſt und September allein 35″ 2‴; im December und Januar fällt daſelbſt kein Tropfen, und die Monate Februar, April und Mai geben gewöhnlich nur 2″ bis 2″ 3‴ Waſſer [70]). Die jährliche Regen-

64) Robertson on ancient India in history of Scotland. S. Francf. p. 630.

65) Humboldt Voyage XI, 19. Trail in Asiatic. Res. II, 458. Chanvallon bei Cotte Mém. II, 544.

66) Golberry Fragmens II, 306.

67) le Gentil Voyage I, 522.

68) Ibid. I, 475.

69) Ferussac Bulletin 1826. Mai. p. 349.

70) Humboldt Voyage VII, 425.

fünf Regenschauer und nicht viel mehr im folgenden Jahre; diese Sommerregen werden in der Landstrecke Beheira (in der Nilkrümmung nordwestlich von Schendie) in 17° N schon ziemlich regelmäßig, und in Schendie sind die Regen schon heftig [60]). In der Nähe des Meeres scheint die Gränze nördlicher zu liegen, wie Golberry's Bemerkungen (l. l.) für die Westküste beweisen, und eben so scheint die Gränze in Nubien sich fast bis 19° N zu erstrecken [61]), so daß diese Gränze im Innern Africa's wahrscheinlich eine gegen den Aequator convexe Curve bildet.

Eine bereits mehrfach erwähnte Ausnahme von diesem allgemeinen Gange macht Hindostan. Die Westküste dieser Halbinsel hat ihre nasse Jahreszeit während des SW-, die östliche während des NO-Moussons. Indem nämlich der vom Meere kommende SW-Wind an der Küste Malabar durch die Ghats aufgehalten wird, häuft sich dort eine Menge von Dämpfen an, die in den höheren Regionen condensirt werden und viele Regen und heftige Stürme verursachen, daß keine Schiffe landen können. Diese Stürme erstrecken sich oft 50 lieues von der Küste, weiterhin ist der Himmel heiter. Ganz dasselbe erfolgt während des NO-Moussons an der Küste Coromandel, nur ist hier das Gebirge weniger steil und das Wetter weniger schlecht [62]). Das Plateau von Decan nimmt an beiden Jahreszeiten Theil, nur kommt hier die Luft ziemlich trocken an, und daher sind die Regen nicht bedeutend. Eben so zeigt Ceylon diesen Gegensatz der Ost- und Westküste in einem verjüngten Maaßstabe. So wie die nasse Jahreszeit in America und Africa mit der Sonne fortrückt, so auch hier; die Regenzeit fängt in Calcutta am 2ten Junius an, in Lucknow etwa 16 Tage später [63]).

Die Gränze der periodischen Regen scheint an der Westküste Hindostans in der Nähe der Mündungen des Indus zu liegen,

60) Rüppell Reise S. 75. 99. 116.

61) Ehrenberg bei Buch in Poggendorff's Annalen XV, 360.

62) le Gentil Voyage I, 475.

63) Valentia Reise I, 175.

dann hier regnet es nur noch am Meere, im Innern zeigen ſich einzelne Regenſchauer und in Tatta hatte es bei Hamilton's Anweſenheit ſeit drei Jahren nicht geregnet. Während ſich aber, wie bereits Ariſtobulus bemerkt hatte, in der Ebene kein Regen zeigt, ſind dieſelben in den Gebirgen häufiger [64]).

Die Regentropfen zeichnen ſich in den meiſten Tropengegenden durch ihre bedeutende Größe aus [65]); das Gefühl, welches die einzelnen Tropfen auf dem nackten Körper verurſachen, iſt höchſt unangenehm [66]), offenbar deshalb, weil dieſe großen Tropfen ſich wegen des geringeren Widerſtandes ſchneller bewegen, als kleinere, und das Product der Maſſe mit der Geſchwindigkeit, d. h. die ſtoßende Kraft, bei jenen weit größer iſt, als bei dieſen. Die abſolute Waſſermenge, welche dann herabfällt, iſt ſehr groß und die Fluſſe wachſen ſehr ſchnell. Das Anſteigen des Nils iſt ſeit Jahrtauſenden bekannt, aber dieſelbe Erſcheinung zeigen alle tropiſchen Fluſſe. Eigentliche Meſſungen über die Regenmenge ſind bis jetzt nur in geringer Menge angeſtellt. Le Gentil erhielt in Pondichery vom 7ten bis 29ſten November 12″ 9‴ Waſſer [67]), und er vermuthet, daß die Höhe des Regens an der Küſte Malabar 7 bis 8 Fuß betrage [68]). Nach einer Ueberſicht in der India Gazette betrug die Regenmenge zu Arracan im Julius 60, im Auguſt 43,5 engliſche Zoll, und dabei hatte es ſeit dem Mai ſtark geregnet [69]). In Vera Cruz fand Coſtanza im J. 1803 62″ 2‴ Waſſer, und hievon gaben Julius, Auguſt und September allein 35″ 2‴; im December und Januar fällt daſelbſt kein Tropfen, und die Monate Februar, April und Mai geben gewöhnlich nur 2″ bis 2″ 3‴ Waſſer [70]). Die jährliche Regen-

64) Robertson on ancient India in history of Scotland. 8. Francf. p. 630.

65) Humboldt Voyage XI, 19. Trail in Asiatic. Res. II, 438. Chanvallon bei Cotte Mém. II, 544.

66) Golberry Fragmens II, 306.

67) le Gentil Voyage I, 522.

68) Ibid. I, 475.

69) Ferussac Bulletin 1826. Mai. p. 349.

70) Humboldt Voyage VII, 425.

menge am Rio Negro mag vielleicht 90 bis 100 Zoll betragen [71]). Localverhältniſſe ſind Urſache, daß die Regenmenge in manchen Gegenden kleiner iſt; der aufſteigende Luftſtrom iſt z. B. bei Cumana Urſache, daß es hier faſt gar nicht regnet [72]), während die Niederſchläge in den ſüdlicher liegenden Gebirgen häufiger ſind; die ganze Waſſermaſſe ſelbſt erreicht dort während des Jahres nur eine Höhe von 7 bis 8″ [72]). Eben ſo regnet es an Vorgebirgen nicht ſo häufig als in Baien [73]), offenbar, weil in letzteren die Dämpfe wie in einen Sack geführt und condenſirt werden, wenn ſie über die Bergkette gehen wollen. Wie wirkſam die letztere Urſache ſey, das zeigen uns in höheren Breiten Heidelberg, wo es häufig regnet, während es im Rheinthale heiter iſt, und Bergen in Norwegen. Eben ſo zeigen die Meſſungen Humboldt's im Hafen Guyaquil am großen Ocean und in Quito, daß das Waſſer, welches auf dem Rücken der Anden während einer Stunde herabfällt, 2 bis 3 Mal kleiner iſt, als am Meere. Es regnet dort häufiger, aber nicht ſo ſtark als hier [74]). Theils die niedrigere Temperatur in der Höhe, theils die größere Trockenheit im Innern der Continente mag auch in Südamerica ein ähnliches Phänomen bedingen, als ſchon von Hindoſtan erwähnt wurde.

Folgende Tafel zeigt die Menge des herabgefallenen Waſſers an verſchiedenen Orten, in Pariſer Zollen.

---

71) Ibid. VII, 423.

72) Humboldt Voyage III, 371. XI, 19.

73) Dampier Traité des Vents p. 73. 77.

74) Humboldt Voyage VII, 307.

von der im ganzen Jahre fallenden, und ein völlig ähnlicher Gang findet auf den Canariſchen Inſeln Statt [85]). Selbſt noch im ſüdweſtlichen Theile von Europa zeigen uns die Orte ſüdlich von den Pyrenäen, daß der Niederſchlag im Sommer faſt gänzlich fehlt, wahrſcheinlich weil ſich dann bis dahin die Paſſate erſtrecken [86]). Die Menge des gefallenen Regens in Portugal zeigt folgende Tafel:

Monat	Liſſabon [87])	Mafra [88])	Coimbra [89])
Januar	3″ 0‴,8	7″ 4‴,5	10″ 10‴,5
Februar	2. 5,3	5. 7,6	3. 0,5
März	2. 6,6	6. 1,2	3. 8,5
April	4. 5,4	2. 5,5	7. 6,0
Mai	1. 7,3	2. 10,6	9. 7,0
Junius	0. 1,8	0. 4,5	9. 7,0
Julius	0. 3,6	0. 1,4	2. 10,5
Auguſt	0. 5,1	0. 7,5	7. 2,5
September	1. 3,8	2. 1,7	8. 2,0
October	2. 7,2	2. 4,2	20. 4,0
November	1. 10,5	2. 3,7	13. 2,0
December	4. 7,2	9. 2,1	10. 4,0
Jahr	25. 4,6	41. 6,5	111 6,5
Winter	39,9 pC.	53,4	21,0
Frühling	33,9	27,5	18,6
Sommer	3,4	2,7	17,6
Herbſt	22,8	16,4	42,8

85) L. v. Buch Canariſche Inſeln S. 82.

86) Ebend. S. 66.

87) 8jähr. Beob. 1784—85 von Prétorius, und 1816—21 von Franzini bei Balbi Essai sur Portugal I, 112.

88) 2jähr. Beob. (1784—85) von Joaquim da Assumpção Velha ibid.

89) 2jähr. Beob. (1816—17) von Constantino Botelho de Lacerda Lobo ibid. Im Septbr., Octbr. und Novbr. 1817 betrugen die Regenmengen reſpective 87″ 10‴, 108″ 5‴ und 50″ 6‴; da es aber nach Balbi unentſchieden iſt, ob hier nicht Druckfehler in den Zahlen ſind, ſo habe ich in den gedachten Monaten nur die Meſſungen 1816 genommen.

Hier zeigen uns Lissabon und Mafra Verhältnisse, welche nen auf den Azoren völlig ähnlich sind; fast gar keine Regen im ommer, dagegen sehr häufig und im Winter. In der längeren eobachtungsreihe zu Lissabon, wo sich die Ungleichheiten einer r Jahre zum Theil ausgeglichen haben, würden wir einen regelässigen Uebergang vom December zum Junius finden, wenn ht April und October eine Unregelmäßigkeit zeigten. Ich ube, daß der Grund in dem schon oben (S. 249) berührten stausche der Luftmassen zwischen beiden Halbkugeln liegt, es die Bewegung jetzt am lebhaftesten, und wegen der Mischung gleich warmer Luftmassen findet eben so wie in höheren Breiten ufig Condensation des Dampfes Statt. Die Regenmenge in Mafra fast doppelt so groß als in Lissabon, Höhen in der Nähe es Ortes sind hievon Ursache. Und eben solche Localursachen ingen auch den ungeheuern Niederschlag in Coimbra; an kei n mir bekannten Orte von Europa fällt soviel Wasser herab. s Thal des Mondego, an dessen Ufern Coimbra amphitheaisch erbaut ist, wird hier durch Höhen geschlossen, die vom ere kommenden Dämpfe werden eben so condensirt, wie im rden bei Bergen, und starke Regen sind häufig. Die Portuen halten Coimbra für einen der feuchtesten Punkte ihres Lan. Dabei werden dann auch die Verhältnisse in der Regenge der einzelnen Jahreszeiten völlig verändert; zur scharfen stimmung dieser Anomalien sind aber vieljährige Beobachtun erforderlich.

Völlig abweichend von den Verhältnissen zwischen den Wendeen ist der Gang des Niederschlages in dem übrigen Europa; Italien und das südliche Frankreich zeigen eine Vertheilung, che an die eben erwähnte in Portugal erinnert. Die Luftme, welche Ursache dieser Erscheinung sind, werden von den en Kämmen der Alpen und Pyrenäen verhindert, weiter nach rden zu wirken. Ich will zuerst die Gegenden nördlich von en Ketten näher betrachten und dann zu dem südlichen Eua übergehen.

Das Vorherrschen der westlichen Winde in Europa, das weit gedehnte Meer auf einer, das große Festland auf der andern te, sind die einflußreichsten Ursachen bei Bestimmung der Reverhältnisse. Wehte hier unabläßig selbst noch in bedeuten-

der Höhe der NO Wind, ſo würde es nie regnen; über eine trockene Landſtrecke geht er nach niederen Breiten, und durch die daraus folgende Erhöhung der Temperatur entfernen ſich die Dämpfe weiter vom Condenſationspunkte. Wenn dagegen umgekehrt ſtets ein Südweſtwind wehte, ſo würde es unaufhörlich regnen; ſo wie die feuchte Luft in höheren Breiten kälter wird, müſſen ſich Niederſchläge bilden. Dieſe beiden Winde, welche ſehr häufig wechſeln und durch deren Zuſammentreffen vielleicht die übrigen Luftſtrömungen erzeugt werden, behalten dieſen Charakter vorherrſchend; es können bei nördlichen Winden weit weniger Niederſchläge Statt finden, als bei ſüdlichen [90]). Dieſes beſtätigt auch die Erfahrung. Die Zahl der Niederſchläge (Regen und Schnee) iſt nicht bei allen Winden gleich; die ſüdlichen und weſtlichen Winde haben ein bedeutendes Uebergewicht. L. v. Buch machte in neueren Zeiten auf dieſen Umſtand beſonders aufmerkſam [91]); wird die Zahl ſämmtlicher Niederſchläge in Berlin = 100 bezeichnet, ſo erhalten wir für jeden Wind folgende Größen:

N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
4,1	4,0	4,9	4,9	10,2	32,8	24,8	14,4

Hier ſehen wir, daß die Zahl der Niederſchläge bei nordöſtlichen Winden faſt verſchwindet, während mehr als die Hälfte der Regentage bei weſtlichen und ſüdweſtlichen Winden Statt findet. Da jedoch die Winde aus den verſchiedenen Richtungen nicht gleich oft wehen, die weſtlichen namentlich im Allgemeinen weit häufiger ſind, als die öſtlichen, ſo könnte man einwenden, daß die Zahl der Niederſchläge wegen des Vorherrſchens von jenen größer ſeyn müßte, ſelbſt in dem Falle, wo jeder Wind denſelben Einfluß auf die Entſtehung des Regens hätte. Unterſucht man aber, wie oft jeder Wind wehen muß, wenn es ein Mal bei ihm regnen ſoll, ſo findet man auch hier ein entſchiedenes Uebergewicht der ſüdweſtlichen Winde. Weht nämlich in Berlin

N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
5,8	8,1	8,8	6,9	3,8	2,8	4,2	4,5

Mal, ſo regnet es ein Mal. Jeder dritte SW Wind bringt alſo Regen, während Oſtwind 9 Mal wehen muß, wenn es ein Mal

90) Hamilton in Phil. Trans. 1765. p. 165.
91) Abhandl. der Berl. Acad. für 1818—19. S. 101.

bei ihm regnen soll. Dieses Verhältniß ist nicht in allen Jahreszeiten gleich. Soll es nämlich in Berlin ein Mal regnen, so beträgt die Zahl, wie oft jeder Wind wehen muß,

	N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
Winter	5,0	4,4	8,3	6,6	3,9	2,6	3,2	3,3
Frühling	3,8	4,6	11,1	7,8	4,2	3,0	3,8	5,1
Sommer	7,5	9,9	5,4	6,4	2,8	2,4	4,0	4,9
Herbst	10,3	9,2	24,1	6,6	4,5	3,2	5,8	4,0

Während es in der kalten Jahreszeit sehr häufig bei nördlichen und östlichen Winden regnet, ist die Zahl der Niederschläge im Sommer und Herbste bei ihnen sehr klein; in jener Jahreszeit ist das Innere des Continentes bei weitem kälter als die Luft über dem Meere in derselben Breite, im Sommer findet das Gegentheil Statt (S. 134); wenn in jenem Falle eine schnelle Condensation erfolgt, können in diesem selbst die niedergeschlagenen Dämpfe aufgelöst werden. Wären wir im Stande, die Richtung des Windes durch die ganze Atmosphäre anzugeben, so würde der Gegensatz zwischen NO und SW noch größer seyn; aber eine Zusammenstellung gleichzeitiger Beobachtungen zeigt nicht selten, daß der SW Wind an vielen Orten bereits herrscht, wenn es beim NO Winde regnet [92]). Der SW Wind hat schon in den oberen Regionen und in den westlichen Gegenden das Uebergewicht erhalten, während der NO Wind in der Tiefe noch fortdauert, um jenem in kurzer Zeit zu weichen [93]).

Aber selbst wenn es beim NO Winde regnet, zeigt sich meistens ein sehr bedeutender Unterschied in dem Verhalten des Regens bei NO und SW Winden. Wenn NO Winde plötzlich das Uebergewicht erhalten, so sinkt die Temperatur schnell, Dämpfe werden in kurzer Zeit condensirt, der Regen fällt dicht und in großen Tropfen herab, bald aber hat das meiste Wasser den Boden erreicht und es folgt heiterer Himmel. Regnet es bei SW Winden, so ist der Regen meistens fein und hält lange Zeit an [94]). In höheren Breiten scheinen sich diese heftigen von Nie-

92) Buch l. l.
93) Dove in Poggendorff's Annalen.
94) Buch l. l. Daniell Essays p. 116. de Luc Modific. de l'atm. III, 281. §. 727. Idées II, 46. §. 569.

derſchlägen begleiteten Nordwinde noch häufiger zu zeigen, als in mittleren; auf der Küſte der Hudſons-Bai erhebt ſich oft bei Windſtille, heiterem Wetter und einer Wärme von 32° (90° F.) ein heftiger Wind aus NW und mit dieſem kommt Schnee oder Hagel, in kurzer Zeit wird es heiter, das Thermometer war dabei auf 10° (50° F.) geſunken und erreicht ſeinen früheren Stand erſt allmählig wieder [95]).

In dieſer niederen Temperatur, von welcher die nördlichen Winde zumal im Winter begleitet ſind, liegt auch der Grund, daß es bei ihnen am häufigſten ſchneit; wenn die ſüdlichen Winde auch das Waſſer bringen, ſo iſt ihre Temperatur oft nicht hinreichend klein, damit das Waſſer kryſtalliſire. Nach 5jährigen Beobachtungen in Berlin ſchneit es unter 100 Malen bei [96])

N	NO	O	SO	S	SW	W	NW	
11,1	17,5	7,0	7,3	5,0	15,7	14,7	21,5	Mal.

Aehnliche Verhältniſſe, als die in Berlin, ſcheinen in dem größten Theile von Europa nördlich von den Alpen und ſüdlich von Schweden und Norwegen, ſo wie wahrſcheinlich an der Küſte Norwegens Statt zu finden. Folgende Tafel giebt in der mit A überſchriebenen Spalte an, wie viel Regen auf jeden Wind kommen, die abſolute Zahl der Winde mit 100 bezeichnet [97]); in der Spalte B iſt angegeben, wie oft jeder Wind wehen muß, wenn es bei ihm ein Mal regnen ſoll.

95) Gräme bei Hutton in Edinb. Trans. I, 81.

96) Buch l. l. p. 95.

97) Gasparin (Bibl. univ. XXXVIII, 180) hat eben ſolche Zuſammenſtellungen für viele Orte von Europa vorgenommen; meiſtens benutzt er nur Beobachtungen weniger Jahre, ſeine Zahlen weichen daher bedeutend von den meinigen ab; darauf, wie oft jeder Wind im Allgemeinen weht, nimmt er gar keine Rückſicht.

	la Rochelle [98]		Copenhagen [99]		Mannheim [100]		Würzburg [1]	
	A	B	A	B	A	B	A	B
N	6,0	11,1	4	14,3	6,8	6,1	6,4	8,3
NO	8,3	22,4	7	14,3	5,8	8,4	3,8	11,2
O	4,7	8,7	11	12,5	7,4	6,3	6,2	8,9
SO	3,6	5,9	8	8,3	13,3	3,3	8,9	5,3
S	12,9	5,2	14	6,4	14,9	2,7	16,2	4,4
SW	47,4	4,0	29	6,3	23,3	2,7	24,9	4,1
W	10,4	6,3	21	7,7	16,2	2,9	23,0	5,4
NW	6,7	8,6	6	12,5	12,3	4,6	10,6	6,8

	München [2]		Prag [3]		Erfurt [4]		Moscau [5]	
	A	B	A	B	A	B	A	B
N	4,7	6,3	7,3	4,3	7,2	8,5	8,5	4,6
NO	2,7	7,2	3,5	9,2	7,7	7,3	11,7	3,5
O	5,7	13,8	2,5	13,5	16,4	9,1	3,9	3,2
SO	1,3	11,6	4,4	12,7	3,7	10,2	17,8	3,2
S	7,5	5,9	9,1	7,8	7,0	7,8	9,4	3,1
SW	28,9	3,2	24,8	5,1	17,7	6,8	23,2	2,8
W	46,3	2,9	23,6	4,3	28,5	5,8	6,4	3,2
NW	2,9	4,9	24,8	3,8	11,8	5,7	19,1	4,4

Im Allgemeinen sind also die westlichen und südlichen Winde diejenigen, bei denen es am häufigsten regnet; eben dieser Einfluß der Windrichtung zeigt auch die herabgefallene Wassermenge.

98) 7jähr. Beob. (1783—89) von Seignette, in den Mannheimer Ephemeriden.

99) 5jähr. Beob. bei Schouw Climatologie I, 79.

100) 12jähr. Beob. (1781—92) von Hemmer, in den Mannh. Ephem.

1) 8jähr. Beob. (1781—88) in den Mannh. Ephem.

2) 11jähr. Beob. (1781—88, 90—92) von Huebpauer und Imhof, in den Mannh. Ephem.

3) 8½ jähr. Beob. (Aug. 1782—Decbr. 1787, 1790—91) von Strnadt, in den Mannh. Ephem. Häufig fehlt die Angabe des Windes im Tagebuche.

4) 8jähr. Beob. (1781—88) von Planer, in den Mannh. Ephem.

5) 7jähr. Beob. (1788—89, 91—92) von Stritter, in den Mannh. Ephemeriden.

derſchlägen begleiteten Nordwinde noch häufiger zu zeigen, als i mittleren; auf der Küſte der Hudſons-Bai erhebt ſich oft b Windſtille, heiterem Wetter und einer Wärme von 32° (90° F. ein heftiger Wind aus NW und mit dieſem kommt Schnee od Hagel, in kurzer Zeit wird es heiter, das Thermometer war da bei auf 10° (50° F.) geſunken und erreicht ſeinen früheren Stand erſt allmählig wieder [95]).

In dieſer niederen Temperatur, von welcher die nördlichen Winde zumal im Winter begleitet ſind, liegt auch der Grund, daß es bei ihnen am häufigſten ſchneit; wenn die ſüdlichen Winde auch das Waſſer bringen, ſo iſt ihre Temperatur oft nicht hin reichend klein, damit das Waſſer kryſtalliſire. Nach 5jährigen Beobachtungen in Berlin ſchneit es unter 100 Malen bei [96])

N	NO	O	SO	S	SW	W	NW
11,1	17,5	7,0	7,3	5,0	16,7	14,7	21,5 Mal

Aehnliche Verhältniſſe, als die in Berlin, ſcheinen in dem gröſ ten Theile von Europa nördlich von den Alpen und ſüdlich v Schweden und Norwegen, ſo wie wahrſcheinlich an der Ko Norwegens Statt zu finden. Folgende Tafel giebt in der mit A überſchriebenen Spalte an, wie viel Regen auf jeden Wind kom men, die abſolute Zahl der Winde mit 100 bezeichnet [97]); in der Spalte B iſt angegeben, wie oft jeder Wind regnen muß wenn es bei ihm ein Mal regnen ſoll.

95) Gräme bei Hutton in Edinb. Trans. I, 81.

96) Buch l. l. p. 95.

97) Gasparin (Bibl. univ. XXXVIII, 180) hat eben ſolche Zuſam menſtellungen für viele Orte von Europa vorgenommen; meiſtens be nutzt er nur Beobachtungen weniger Jahre, ſeine Zahlen weichen dah bedeutend von den meinigen ab; darauf, wie oft jeder Wind im All meinen weht, nimmt er gar keine Rückſicht.

	la Rochelle [98]		Copenhagen [99]		Mannheim [100]		Würzburg [1]	
	A	B	A	B	A	B	A	B
N	6,0	11,1	4	14,3	6,8	6,1	6,4	8,3
NO	8,3	22,4	7	14,3	5,8	8,4	3,8	11,2
O	4,7	8,7	11	12,5	7,4	6,3	6,2	8,9
SO	3,6	6,9	8	8,3	13,3	3,3	8,9	5,3
S	12,9	5,2	14	6,4	14,9	2,7	16,2	4,4
SW	47,4	4,0	29	6,3	23,3	2,7	24,9	4,1
W	10,4	6,3	21	7,7	16,2	2,9	23,0	5,4
NW	6,7	8,6	6	12,6	12,3	4,6	10,6	6,8

	München [2]		Prag [3]		Erfurt [4]		Moscau [5]	
	A	B	A	B	A	B	A	B
N	4,7	6,3	7,3	4,3	7,2	8,5	8,5	4,6
NO	2,7	7,2	3,5	9,2	7,7	7,3	11,7	3,5
O	5,7	13,8	2,5	13,5	16,4	9,1	3,9	3,2
SO	1,3	11,6	4,4	12,7	3,7	10,2	17,8	3,2
S	7,5	5,9	9,1	7,8	7,0	7,8	9,4	3,1
SW	28,9	3,2	24,8	5,1	17,7	6,8	23,2	2,8
W	46,3	2,9	23,6	4,3	28,5	5,8	6,4	3,2
NW	2,9	4,9	24,8	3,8	11,8	5,7	19,1	4,4

m Allgemeinen ſind alſo die weſtlichen und ſüdlichen Winde ejenigen, bei denen es am häufigſten regnet; eben dieſen Einß der Windrichtung zeigt auch die herabgefallene Waſſermenge.

98) 7jähr. Beob. (1783—89) von Seignette, in den Mannheimer Ephemeriden.

99) 5jähr. Beob. bei Schouw Climatologie I, 79.

100) 12½jähr. Beob. (1781—92) von Hemmer, in den Mannh. Ephem.

1) 8jähr. Beob. (1781—88) in den Mannh. Ephem.

2) 11jähr. Beob. (1781—88, 90—92) von Huebpauer und Imhof, in den Mannh. Ephem.

3) 8½jähr. Beob. (Aug. 1782—Decbr. 1787, 1790—91) von Strnadt, in den Mannh. Ephem. Häufig fehlt die Angabe des Windes im Tagebuche.

4) 8jähr. Beob. (1781—88) von Planer, in den Mannh. Ephem.

5) 7jähr. Beob. (1788—89, 91—92) von Stritter, in den Mannh. Ephemeriden.

In Giengen fielen nach den Beobachtungen von Binder in ſechs Jahren (1823—28) auf einen Quadratfuß unter 1000 Kubikzollen folgende Waſſermengen [6]):

N	33,5	S	46,1
NO	40,2	SW	231,7
O	20,7	W	476,0
SO	10,1	NW	141,8

Ungeachtet der großen Uebereinſtimmung an dieſen verſchiedenen Orten zeigen ſich einige Anomalien: ſo liegt in Mannheim der Wind, bei welchem es am häufigſten regnet, zwiſchen S und SW, in Erfurt und Prag iſt derſelbe nahe NW. Ein Theil dieſer Anomalien mag ſeinen Grund darin haben, daß die Beobachtungen nicht hinreichend lange fortgeſetzt ſind; um den Einfluß dieſer zu entfernen, will ich den mehrmals benutzten Ausdruck hier anwenden. Zählen wir dann die Winde von N durch O an, und bezeichnet R_n die Zahl, wie oft der Wind aus dem nten Punkte der Windroſe wehen muß, wenn es bei ihm ein Mal regnen ſoll, ſo erhalten wir folgende Ausdrücke:

Copenhagen: $R_n = 10{,}29 + 4{,}54 \sin (n.45° + 65° 38') + 0{,}13 \sin (n.90° + 111° 48')$

Berlin: $R_n = 5{,}61 + 2{,}71 \sin (n.45° + 21° 58') + 0{,}86 \sin (n.90° + 261° 38')$

Mannheim: $R_n = 4{,}62 + 2{,}65 \sin (n.45° + 52° 3') + 0{,}81 \sin (n.90° + 352° 55')$

Würzburg: $R_n = 6{,}80 + 3{,}11 \sin (n.45° + 53° 15') + 0{,}89 \sin (n.90° + 333° 26')$

München: $R_n = 6{,}98 + 4{,}64 \sin (n.45° + 355° 20') + 1{,}89 \sin (n.90° + 216° 25')$

Prag: $R_n = 7{,}59 + 4{,}91 \sin (n.45° + 339° 27') + 1{,}53 \sin (n.90° + 248° 54')$

6) Schübler im Correſpondenzblatt des Würtemberg. Landwirthſch. Vereins XVI, 148. Es iſt nicht angegeben, wie oft es bei jedem dieſer Winde regnete.

Erfurt: $R_n = 7{,}65 + 1{,}78 \sin(n.45° + 243° 48') + 0{,}57 \sin(n.90° + 142° 8')$

Moscau: $R_n = 3{,}50 + 0{,}72 \sin(n.45° + 97° 5') + 0{,}46 \sin(n.90° + 135° 0')$

Aus diesen Formeln lassen sich nach dem bekannten Verfahren die Punkte der Windrose herleiten, bei denen es am häufigsten und seltensten regnet. Folgende Tafel enthält diese Punkte und zugleich die Zahl, wie oft jeder Wind wehen muß, wenn einmal ein Niederschlag Statt finden soll:

	Regen am seltensten		Regen am häufigsten	
Copenhagen	N 21° O	14,9	S 28° W	5,8
Berlin	N 83 O	9,0	S 35 W	2,9
Mannheim	N 38 O	8,1	S 2 W	2,4
Würzburg	N 48 O	10,7	S 3 W	3,9
München	S 72 O	13,3	S 53 W	2,3
Prag	S 75 O	14,0	N 46 W	3,7
Erfurt	S 47 O	9,7	S 83 W	5,6
Moscau	N 12 W	4,6	SW	3,0

Ungeachtet der großen Aehnlichkeit, welche diese Orte in ihrem Verhalten zeigen, finden wir in dieser Tafel sehr bedeutende Differenzen: manche dieser Anomalien haben ihren Grund gewiß in Localursachen; um aber hier das Allgemeine vom Speciellen zu sondern, würden Vergleichungen dieser Art an sehr vielen Orten erforderlich seyn [7]). So ist in Mannheim der Südwind der feuchteste, aber kaum ist es möglich, daß dort ein anderer Wind viel Wasser bringen könne; die Dämpfe, welche mit westlichen Winden ankommen, werden bereits auf der Westseite der Vogesen niedergeschlagen. Der trockenste Wind liegt aus demselben Grunde in München und Prag zwischen Süden und Osten, weil die süd-

7) „Es würde für die einzelnen Beobachter leicht seyn, auf eine ähnliche Art das Verhältniß zu berechnen, nach welchem sich die Regentage auf die verschiedenen Winde vertheilen: auch ohne Regenmesser würden sich dadurch allgemeine Resultate für die einzelnen Gegenden ableiten lassen." Schübler l. l. S. 150.

ſchen Winde auf den Alpen einen Theil ihres Waſſers verlo
haben; dieſelbe Wirkung ſcheint in Erfurt der Thüringer-W
hervorzubringen; an allen drei Orten hat ſich der feuchteſte Wi
auf der Weſtſeite des Horizontes weit nach Norden bewegt.

Eine eigene Anomalie zeigt uns Moscau. Berechnen wi
nämlich nach dem obigen Ausdrucke, wie oft jeder Wind weh
müſſe, wenn es bei ihm ein Mal regnen ſoll, ſo erhalten wir fo
gende Größen:

N	4,5	S	3,1
NO	3,6	SW	2,7
O	3,1	W	3,3
SO	3,3	NW	4,4

Der Unterſchied zwiſchen dem Maximum und Minimum iſt hi
ſehr unbedeutend; auf dem weiten Wege über das Feſtland hab
die weſtlichen Winde bereits einen großen Theil ihres Waſſers ve
loren; außerdem finden wir in Moscau zwei Winde, bei den
es vorzugsweiſe regnet, nämlich O und SW, jedoch letzter
vorherrſchend. Den Grund dieſer Anomalien glaube ich da
ſuchen zu dürfen, daß ſich in Moscau zwei Climate vermiſch
das ſchwediſche und das eben betrachtete deutſche [8]). Wenn näm
die vom Meere kommenden SW- und W-Winde den hoh
Kamm der ſcandinaviſchen Alpen erreichen, ſchlägt ſich das Waſ
ſer auf dem weſtlichen Abhange von dieſen nieder, und eben die
Weſtwinde, die ſich in Norwegen durch reichlichen Regen aus
zeichnen, ſind in Schweden und Finnland ungemein trocken.
Dieſes beweiſen die Größen in folgender Tafel, wo die beide
Verticalſpalten daſſelbe bedeuten, als in der obigen [9]).

8) Ich habe dieſe eigenthümliche Anomalie in Rußland und Schweden
ſchon vor mehreren Jahren gefunden; es ſchien mir wahrſcheinlich, daß
ſich hier von Schweden aus bis in das Innere von Rußland ein al
mähliger Uebergang zeigen würde. Da es mir ganz an Beobachtun
gen aus Rußland fehlte, ſo erſuchte ich die Kaiſerliche Academie zu S.
Petersburg um gütige Mittheilung der Journale, welche ihr aus ver
ſchiedenen Provinzen des Reichs zugeſchickt werden; obgleich mir zuge
ſagt wurde, daß ich dieſe Beobachtungen bald durch Buchhändler-Ge
legenheit erhalten ſollte, ſind ſie bis jetzt noch nicht angekommen.

9) Die Quellen ſind dieſelben als bei den oben S. 229 u. 230 gegebe
nen Größen.

	Stockholm		Abo		Ulea		Petersburg	
	A	B	A	B	A	B	A	
N	13,4	2,8	6,0	5,1	14,2	5,2	8,5	3,3
NO	16,7	1,9	14,6	3,5	12,1	4,5	8,5	3,2
O	12,6	2,2	13,1	2,7	15,3	3,9	14,9	3,0
SO	13,2	2,3	20,1	2,1	13,0	4,3	11,7	2,7
S	14,7	2,8	13,5	3,1	22,2	4,5	13,1	2,6
SW	13,0	3,5	17,6	3,8	10,8	5,7	16,0	2,2
W	9,3	6,0	7,8	5,7	7,0	6,6	17,2	2,8
NW	7,1	4,1	7,3	5,8	5,4	7,9	10,1	3,3

Es laſſen ſich die in der Verticalſpalte B enthaltenen Größen durch folgende darſtellen:

Stockholm: $R_n = 3{,}20 + 1{,}55 \sin(n.45^\circ + 178^\circ\,42') + 0{,}65 \sin(n.90^\circ + 247^\circ\,23')$

Abo: $R_n = 3{,}98 + 1{,}85 \sin(n.45^\circ + 141^\circ\,31') + 0{,}16 \sin(n.90^\circ + 199^\circ\,50')$

Ulea: $R_n = 5{,}32 + 1{,}65 \sin(n.45^\circ + 158^\circ\,28') + 0{,}55 \sin(n.90 + 201^\circ\,45')$

Petersburg: $R_n = 2{,}89 + 0{,}43 \sin(n.45^\circ + 69^\circ\,57') + 0{,}15 \sin(n.90^\circ + 168^\circ\,41')$

Hieraus ergiebt ſich

	Regen am ſeltenſten		Regen am häufigſten	
Stockholm	N 83° W	5,4	N 47° O	1,9
Abo	N 50 W	6,0	S 49 O	2,3
Ulea	N 61 W	7,5	N 77 O	3,9
Petersburg	N 12 W	3,3	S 38 W	2,3

Alſo völlig dem mittleren Europa entgegeſetzt ſind hier die weſtlichen Winde die trockenſten, die öſtlichen Winde die feuchteſten. Es ſcheint, als ob die geringere Temperatur im Innern der Continente Urſache der häufigen Niederſchläge bei öſtlichen Winden ſey; zum Theil mag dieſe Condenſation ihren Grund auch darin haben, daß die Dämpfe, die von Oſten kommen, an dem öſt-

ſchen Winde auf den Alpen einen Theil ihres Waſſers verlie
haben; dieſelbe Wirkung ſcheint in Erfurt der Thüringer-W
hervorzubringen; an allen drei Orten hat ſich der feuchteſte Wi
auf der Weſtſeite des Horizontes weit nach Norden bewegt.

Eine eigene Anomalie zeigt uns Moscau. Berechnen w
nämlich nach dem obigen Ausdrucke, wie oft jeder Wind weh
müſſe, wenn es bei ihm ein Mal regnen ſoll, ſo erhalten wir f
gende Größen:

N	4,5	S	3,1
NO	3,6	SW	2,7
O	3,1	W	3,3
SO	3,3	NW	4,4

Der Unterſchied zwiſchen dem Maximum und Minimum iſt h
ſehr unbedeutend; auf dem weiten Wege über das Feſtland hab
die weſtlichen Winde bereits einen großen Theil ihres Waſſers v
loren; außerdem finden wir in Moscau zwei Winde, bei den
es vorzugsweiſe regnet, nämlich O und SW, jedoch letzte
vorherrſchend. Den Grund dieſer Anomalien glaube ich d
ſuchen zu dürfen, daß ſich in Moscau zwei Climate vermiſ
das ſchwediſche und das eben betrachtete deutſche [8]). Wenn näm
die vom Meere kommenden SW- und W-Winde den hö
Kamm der ſcandinaviſchen Alpen erreichen, ſchlägt ſich das W
ſer auf dem weſtlichen Abhange von dieſen nieder, und eben d
Weſtwinde, die ſich in Norwegen durch reichlichen Regen au
zeichnen, ſind in Schweden und Finnland ungemein trock
Dieſes beweiſen die Größen in folgender Tafel, wo die beid
Verticalſpalten daſſelbe bedeuten, als in der obigen [9]).

8) Ich habe dieſe eigenthümliche Anomalie in Rußland und Schwed
ſchon vor mehreren Jahren gefunden; es ſchien mir wahrſcheinlich, d
ſich hier von Schweden aus bis in das Innere von Rußland ein al
mähliger Uebergang zeigen würde. Da es mir ganz an Beobachtu
gen aus Rußland fehlte, ſo erſuchte ich die Kaiſerliche Academie zu S.
Petersburg um gütige Mittheilung der Journale, welche ihr aus ve
ſchiedenen Provinzen des Reichs zugeſchickt werden; obgleich mir zu
ſagt wurde, daß ich dieſe Beobachtungen bald durch Buchhändler-Ge
legenheit erhalten ſollte, ſind ſie bis jetzt noch nicht angekommen.

9) Die Quellen ſind dieſelben als bei den oben S. 229 u. 230 gegeb
nen Größen.

	Stockholm		Abo		Ulea		Petersburg	
	A	B	A	B	A	B	A	
N	13,4	2,8	6,0	5,1	14,2	5,2	8,5	3,3
NO	16,7	1,9	14,6	3,5	12,1	4,5	8,5	3,2
O	12,6	2,2	13,1	2,7	15,3	3,9	14,9	3,0
SO	13,2	2,3	20,1	2,1	13,0	4,3	11,7	2,7
S	14,7	2,8	13,5	3,1	22,2	4,5	13,1	2,6
SW	13,0	3,5	17,6	3,8	10,8	5,7	16,0	2,2
W	9,3	6,0	7,8	5,7	7,0	6,6	17,2	2,8
NW	7,1	4,1	7,3	5,8	5,4	7,9	10,1	3,3

Es lassen sich die in der Verticalspalte B enthaltenen Größen durch folgende darstellen:

Stockholm: $R_n = 3{,}20 + 1{,}55 \sin(n.45^\circ + 178^\circ 42') + 0{,}65 \sin(n.90^\circ + 247^\circ 23')$

Abo: $R_n = 3{,}98 + 1{,}85 \sin(n.45^\circ + 141^\circ 31') + 0{,}16 \sin(n.90^\circ + 199^\circ 50')$

Ulea: $R_n = 5{,}32 + 1{,}65 \sin(n.45^\circ + 158^\circ 28') + 0{,}55 \sin(n.90 + 201^\circ 45')$

Petersburg: $R_n = 2{,}89 + 0{,}43 \sin(n.45^\circ + 69^\circ 57') + 0{,}15 \sin(n.90^\circ + 168^\circ 41')$

Hieraus ergiebt sich

	Regen am seltensten		Regen am häufigsten	
Stockholm	N 83° W	5,4	N 47° O	1,9
Abo	N 50 W	6,0	S 49 O	2,3
Ulea	N 61 W	7,5	N 77 O	3,9
Petersburg	N 12 W	3,3	S 38 W	2,3

Also völlig dem mittleren Europa entgegesetzt sind hier die westlichen Winde die trockensten, die östlichen Winde die feuchtesten. Es scheint, als ob die geringere Temperatur im Innern der Continente Ursache der häufigen Niederschläge bei östlichen Winden sey; zum Theil mag diese Condensation ihren Grund auch darin haben, daß die Dämpfe, die von Osten kommen, an dem öst-

regnet [14]), beträgt die Zahl der Regentage in Petersburg 168 [16]), und erreicht in Moskau die Größe von 205 [17]), obgleich es in Sondberg in Oberwegen nach den Aufzeichnungen des aufmerkſamen Wilke (in den Mannheimer Ephemeriden) nur an 100 Tagen regnet.

Gehen wir von Rußland aus weiter nach Oſten ins Innere von Sibirien, ſo finden wir die Zahl der Regentage immer abnehmend. Nach 2jährigen Beobachtungen (1771—72) von Wachsmann regnet es in Irkutzk jährlich an 61 Tagen [18]); in Nertſchinsk nach 5jährigen Beobachtungen (1768—72) von Gmelin jährlich an 54 Tagen, und dabei fällt meiſtens ſo wenig Waſſer herab, daß die Erde kaum feucht wird [19]); eben ſo beträgt die Zahl der Regentage in Jakutzk nach den Aufzeichnungen von J. Iſtenieff nur 61 [20]).

Der ganzen Unterſuchung von Anderſon liegt ein Princip zum Grunde, welches zwar häufig ſchon angewendet, dennoch nicht richtig iſt. Es wird vorausgeſetzt, daß die Menge des verdunſteten Waſſers an einem Orte gleich der Menge des daſelbſt niedergeſchlagenen iſt. Hier treffen wir ſogleich auf eine groſſe Schwierigkeit: Wie ſoll die Menge des verdunſteten Waſſers gemeſſen werden? Verſuche, welche angeſtellt wurden, indem man ein mit Waſſer gefülltes Gefäß in die Sonne und ein anderes in den Schatten ſtellte, dann die Verminderung der Waſſerhöhe maß, zeigten ſehr bedeutende Differenzen. So fand z. B. Humboldt, daß zu Cumana während eines Tages ein in der Sonne ſtehendes Gefäß eine Waſſermenge von $8^{mm},8$ Höhe verlor, während die Verdunſtung im Schatten nur $3^{mm},4$ betrug, und er ſchätzt die Menge des jährlich in dem faſt regenloſen Cumana

15) 12jähr. Beob. (1750—61) von Leche, in den Abhand. d. Schwed. Acad. XXIV, 314.

16) 10jähr. Beob. (1783—92) von A. Euler, in den Mannheimer Ephemeriden.

17) 7jähr. Beob. (1785—89, 91—92) von Stritter, in den Mannh. Ephemeriden.

18) Georgi Reiſe I, 29.

19) Ebend. I, 427—436.

20) Nova Acta Petrop. X, 474.

verdunstenden Wassers zu 130 Zoll [21]). Da auch das meiste offene Wasser der Sonne ausgesetzt ist, so müssen diese Messungen auch dort angestellt werden. Aber auch auf diese Art erfahren wir nie die Menge des verdunsteten Wassers, denn aus dem bewachsenen Boden steigen weit weniger Dämpfe in die Höhe, als aus dem zu diesen Messungen bestimmten Abdunstungsmeter. So fand Dalton, daß in England aus dem Boden jährlich 25″ Wasser verdunsteten, in einem daneben befindlichen Blechgefäße betrug diese Größe 44″, also fast das Doppelte [22]). Da die Menge des verdunsteten Wassers außer seiner Wärme zugleich von der Feuchtigkeit der Luft abhängt, so folgt gerade umgekehrt, daß an einem Orte bei derselben Wärme desto mehr Wasser im Atmidometer verschwindet, je weniger es regnet, zumal da in diesem Falle der trockene Boden nur wenige Dämpfe hergiebt und die in der Luft befindlichen entweder von entfernten Meeren herrühren oder mit großer Schnelligkeit aus den vorhandenen Wassersammlungen aufsteigen.

Inseln, welche von großen Meeren umgeben sind, werden daher die einzigen Gegenden seyn, in denen beide Größen gleich sind; je weiter wir uns von den Küsten entfernen, desto größer wird die Menge des verdunsteten Wassers in Vergleich mit dem Niederschlage, und der Unterschied würde noch größer werden, wenn die Winde der höheren Regionen nicht eine große Dampfmenge vom Meere ins Innere des Landes führten. In Europa zeigt uns nur England eine solche Uebereinstimmung. Wir finden dort [23])

	Verdunstetes Wasser	Regenmenge
Liverpool	35″ 8‴,2	35″ 4‴,2
London	23. 9,3	23. 4,8
Hackney-Wick . .	31. 8,2	22. 9,5
Gosport	31. 6,7	27. 10,5
Im Mittel .	30. 7,7	27. 4,2

21) Humboldt Voyage V, 178.

22) Gilbert's Annalen XV.

23) Die Angaben sind aus den in der Folge beim Regen zu erwähnenden Schriften entnommen.

regnet [14]), beträgt die Zahl der Regentage in Petersburg 168 [15]), und erreicht in Moskau die Größe von 205 [17]), obgleich es in Spydberg in Norwegen nach den Aufzeichnungen des aufmerkſamen Wilke (in den Mannheimer Ephemeriden) nur an 100 Tagen regnet.

Gehen wir von Rußland aus weiter nach Oſten ins Innere von Sibirien, ſo finden wir die Zahl der Regentage immer abnehmend. Nach 2jährigen Beobachtungen (1771—72) des Wachsmann regnet es in Irkutzk jährlich an 61 Tagen [18]), in Nertſchinsk nach 5jährigen Beobachtungen (1768—72) des Sacher jährlich an 54 Tagen, und dabei fällt meiſtens ſo wenig Waſſer herab, daß die Erde kaum feucht wird [19]); eben ſo beträgt die Zahl der Regentage in Jakutzk nach den Aufzeichnungen von J. Iſtenieff nur 61 [20]).

Der ganzen Unterſuchung von Anderſon liegt ein Princip zum Grunde, welches zwar häufig ſchon angewendet, dennoch nicht richtig iſt. Es wird vorausgeſetzt, daß die Menge des verdunſteten Waſſers an einem Orte gleich der Menge des daſelbſt niedergeſchlagenen iſt. Hier treffen wir ſogleich auf eine große Schwierigkeit: Wie ſoll die Menge des verdunſteten Waſſers gemeſſen werden? Verſuche, welche angeſtellt wurden, indem man ein mit Waſſer gefülltes Gefäß in die Sonne und ein anderes in den Schatten ſtellte, dann die Verminderung der Waſſerhöhe maß, zeigten ſehr bedeutende Differenzen. So fand z. B. Humboldt, daß zu Cumana während eines Tages ein in der Sonne ſtehendes Gefäß eine Waſſermenge von $8^{mm},8$ Höhe verlor, während die Verdunſtung im Schatten nur $3^{mm},4$ betrug, und er ſchätzt die Menge des jährlich in dem faſt regenloſen Cumana

15) 12jähr. Beob. (1750—61) von Leche, in den Abhand. d. Schwed. Acad. XXIV, 314.

16) 10jähr. Beob. (1783—92) von A. Euler, in den Mannheimer Ephemeriden.

17) 7jähr. Beob. (1785—89, 91—92) von Stritter, in den Mannh. Ephemeriden.

18) Georgi Reiſe I, 29.

19) Ebend. I, 427—436.

20) Nova Acta Petrop. X, 474.

verdunstenden Wassers zu 130 Zoll [21]). Da auch das meiste offene Wasser der Sonne ausgesetzt ist, so müssten diese Messungen auch dort angestellt werden. Aber auch auf diese Art erfahren wir nie die Menge des verdunsteten Wassers, denn aus dem bewachsenen Boden steigen weit weniger Dämpfe in die Höhe, als aus dem zu diesen Messungen bestimmten Abdampfungsmeter. So fand Dalton, daß in England aus dem Boden jährlich 25″ Wasser verdunsteten, in einem daneben befindlichen Blechgefäße betrug diese Größe 44″, also fast das Doppelte [22]). Da die Menge des verdunsteten Wassers außer seiner Wärme zugleich von der Feuchtigkeit der Luft abhängt, so folgt gerade umgekehrt, daß an einem Orte bei derselben Wärme desto mehr Wasser im Atmidometer verschwindet, je weniger es regnet, zumal da in diesem Falle der trockene Boden nur wenige Dämpfe hergiebt und die in der Luft befindlichen entweder von entfernten Meeren herrühren oder mit großer Schnelligkeit aus den vorhandenen Wassersammlungen aufsteigen.

Inseln, welche von großen Meeren umgeben sind, werden daher die einzigen Gegenden seyn, in denen beide Größen gleich sind; je weiter wir uns von den Küsten entfernen, desto größer wird die Menge des verdunsteten Wassers in Vergleich mit dem Niederschlage, und der Unterschied würde noch größer werden, wenn die Winde der höheren Regionen nicht eine große Dampfmenge vom Meere ins Innere des Landes führten. In Europa zeigt uns nur England eine solche Uebereinstimmung. Wir finden dort [23])

	Verdunstetes Wasser	Regenmenge
Liverpool	35″ 8‴,2	35″ 4‴,2
London	23. 9,3	23. 4,8
Hackney-Wick . .	31. 8,2	22. 9,5
Gosport	31. 6,7	27. 10,5
Im Mittel .	30. 7,7	27. 4,2

21) Humboldt Voyage V, 178.

22) Gilbert's Annalen XV.

23) Die Angaben sind aus den in der Folge beim Regen zu erwähnenden Schriften entnommen.

gilt nur für England und die von ihm benutzten Punkte von Frankreich (Paris und Bidiers), und ist nicht allgemein gültig. Weit genügender ist das Resultat, zu welchem L. v. Buch durch seine Untersuchungen gelangte [26]). Er unterschied das Verhalten der Regen im südlichen und mittleren Europa und gab für jenen Theil ein Gesetz an, welches uns die folgenden Beobachtungen für das südliche Frankreich und einen Theil Italiens vollkommen bestätigen werden.

Eine sehr ausführliche Arbeit über den Gang des Regens in Europa hat neuerdings Gasparin mitgetheilt [27]), und es würde mir ohne diese treffliche Untersuchung kaum möglich gewesen seyn, die folgende Darstellung zu entwerfen. Um die Vertheilung des Wassers im Jahre zu bestimmen, bezeichnet er die ganze herabgefallene Regenmenge mit 100 und sieht die in den einzelnen Jahreszeiten gefundenen Größen als aliquote Theile hievon an. Indem er vorzugsweise die Regenmengen im Sommer und Herbste berücksichtigt, glaubt er Europa in zwei Regionen theilen zu dürfen, in die Region der Sommer- und in die Region der Herbst-Regen. In der ersten ist die herabfallende Wassermenge im Sommer größer als im Herbste, in der zweiten findet das Gegentheil Statt; jene liegt im nordöstlichen, diese im südöstlichen Theile von Europa. Die Region der Herbstregen erstreckt sich bis zum Atlas in Africa, erreicht die Cataracten des Nils und schließt zugleich Habesch und Dar-Fur in sich. In Großbritannien findet eine Art von Gleichgewicht zwischen beiden Regionen Statt, jedoch sind im Allgemeinen die Herbstregen vorwaltend; nur da, wo eine Gebirgskette die Ankunft des feuchten SW Windes verhindert, rückt der Ort sogleich in die Region der Sommerregen. Deutschland, durch die Küsten Englands vor diesen Winden geschützt, gehört in eben diese Region; Paris liegt etwa an der Gränze beider Regionen in Frankreich.

So genügend auch dieses Resultat durch die Art bewiesen wird, wie der Verfasser die Beobachtungen zusammenstellt, so muß das angegebene Gesetz doch bedeutend modificirt werden. Nicht

chr. der canarischen Inseln S. 66. Poggendorf Annalen XV, 355.

niv. XXXVIII, 54. 113. 180. 264.

Nicht wie es oben (S. 129) angegeben ist, und nicht wie es die besseren Meteorologen schon längst gethan haben, rechnet er die Monate Junius, Julius und August zum Sommer, sondern er nimmt dazu Julius, August und September. Wenn wir die richtigere Eintheilung zum Grunde legen und die Regen in dem Theile von Europa untersuchen, welcher nördlich von den Pyrenäen, den Gebirgen der Auvergne und den Alpen liegt, so finden wir nur in England und in geringer Entfernung von den Küsten vorherrschende Herbstregen; so wie wir aber landeinwärts gehen, treten die Sommerregen immer entschiedener hervor. Der gegen Africa gerichtete Theil von Europa bildet eine eigene climatische Gruppe, in welcher der Gang des Regens völlig von dem im obigen Theile abweicht und mit dem in Portugal betrachteten Aehnlichkeit hat. Schließen wir diesen Theil zunächst von unserer Betrachtung aus, so erkennen wir außer dem von Gasparin gegebenen Resultate noch ein anderes wegen seiner Folgerungen sehr wichtiges Gesetz. Werden die im Winter und Sommer herabgefallenen Regenmengen mit einander verglichen, so finden wir eine ziemlich regelmäßige Aenderung in dem Verhältnisse zwischen den Regenmengen beider Jahreszeiten. In England fällt im Winter eben so viel Regen herab, als im Sommer; je tiefer wir landeinwärts gehen, desto geringer wird der Niederschlag im Winter, desto größer im Sommer.

In den folgenden Tafeln sind die Regenmengen an verschiedenen Orten mitgetheilt; die neben den einzelnen Jahreszeiten stehenden Größen sind Prozente der jährlichen Regenmenge.

Weſtliches und ſüdliches England.

Monat	Inſel Man [29])	Penzance [30])	Briſtol [30])	Liverpool [31])	Manchester [32])
Januar	2‴ 1,6	3‴ 1‴,2	1‴ 5‴,5	2‴ 3‴,2	2‴ 2‴,0
Februar	2. 4,5	2. 9,2	1. 0,1	1. 11,0	2. 4,9
März	2. 5,6	2. 11,9	1. 8,7	1. 5,1	1. 11,6
April	2. 6,2	1. 6,2	1. 1,2	1. 11,3	1. 10,6
Mai	1. 5,2	2. 7,5	2. 4,6	2. 5,1	2. 8,6
Junius	1. 8,4	1. 10,3	1. 2,5	2. 7,0	2. 4,2
Julius	1. 10,7	2. 4,4	2. 10,2	3. 3,3	3. 5,6
Auguſt	3. 3,4	2. 9,9	1. 0,0	3. 0,9	3. 5,3
Septbr.	2. 11,7	2. 10,1	0. 9,2	3. 8,9	3. 0,9
October	4. 5,6	4. 6,9	3. 1,9	3. 6,8	3. 8,1
Novbr.	4. 8,2	4. 1,7	3. 2,3	3. 4,5	3. 1,8
Decbr.	4. 7,5	4. 10,9	2. 0,1	2. 9,4	3. 7,1
Jahr	34. 10,0	36. 9,2	21. 10,5	32. 4,5	33. 10,8
Winter	27,3	29,9	20,5	21,6	24,0
Frühling	18,2	19,4	23,8	17,9	20,0
Sommer	19,7	19,2	23,2	27,6	27,0
Herbſt	34,8	31,5	32,5	32,9	29,0

Monat	Lancaſter [33])	Kendal [34])	Goſport [35])	Dover [36])
Januar	3‴ 2‴,9	4‴ 10‴,0	2‴ 5‴,7	4‴ 6‴,9
Februar	2. 9,7	4. 8,6	2. 5,6	3. 3,3
März	1. 7,7	3. 1,1	1. 11,7	2. 10,8
April	2. 0,5	2. 9,4	2. 4,2	2. 9,6
Mai	2. 3,7	3. 0,2	2. 4,7	3. 2,3
Junius	2. 4,3	2. 6,1	1. 1,5	2. 1,4
Julius	3. 10,6	4. 3,8	2. 0,2	4. 7,2
Auguſt	4. 3,6	4. 7,8	1. 7,8	2. 9,7
Septbr.	3. 6,2	4. 7,3	3. 0,7	3. 4,3
Octbr.	3. 10,7	5. 2,5	2. 8,7	4. 8,4
Novbr.	3. 6,5	4. 10,5	2. 10,2	4. 3,1
Decbr.	3. 8,5	5. 9,6	2. 9,5	5. 6,2
Jahr	37. 3,0	50. 4,9	27. 10,5	44. 1,2
Winter	26,2	30,4	27,7	30,3
Frühling	16,1	17,6	24,1	20,1
Sommer	28,3	22,8	17,2	21,6
Herbſt	29,4	29,2	31,0	28,0

28) 6jähr. Beob. (1824—29) von Stewart im Edinb. Journ. of Sc. V, 231 und N. Ser. II, 249.

29) 8j. B. (1819—27) von Giddy in den Ann. of phil. einzeln mitgetheilt.

30) 4j. B. (1774, 75, 77, 78) von Farr bei Cotte Mem. II, 279.

31) 22j. B. 1772—75 von Dobson in Phil. Trans. for 1777. p. 246 u. 18j. B. (1775—92) von Hutchinson bei Dalton in Ann. of phil. XV, 257.

32) 33j. B. (1786—1818) von Dalton u. Walker in Ann. of phil. XV, 257.

33) 20j. B. (1792—1811) von Campbell bei Dalton l. l.

34) 31j. B., nämlich 5 J. 1788—92 von John Dalton, 18 J. von dessen Bruder u. 2 J. von einem andern Beobachter bei Dalton l. l. u. 6j. B. (1824—29) von Marshall in den entsprechenden Jahrgängen von Phil. Magaz. u. Brewster's Edinb. Journ. of Sc. mitgetheilt.

35) 5j. B. (1816, 18, 19, 20 u. 26) von Burney in den entsprechenden Jahrgängen der Annals of phil.

36) 4j. B. aus den Edinb. Trans. bei Gasparin.

An den meisten der in obiger Tafel enthaltenen Orte haben die Regen im Herbste das Uebergewicht, an wenigen ist die im Winter herabfallende Wassermenge noch etwas größer, keiner aber zeigt vorherrschende Sommerregen. Um den Einfluß von Localitäten zu entfernen, wollen wir das Mittel der relativen Regenmengen in den einzelnen Jahreszeiten nehmen, dann erhalten wir

Winter	26,4 Procent
Frühling	19,7
Sommer	23,0
Herbst	30,9

Die Regenmenge im Sommer verhält sich zu der im Herbste wie 1:1,347, es ist also der Herbstregen ganz der Behauptung Gasparin's gemäß vorherrschend. Nehmen wir dagegen die Regenmenge im Winter als Einheit an, so wird die im Sommer 0,868 [37]).

Diese Verhältnisse ändern sich schon, wenn wir nach dem Innern und östlichen Theile Englands gehen. Hier finden wir folgende Größen:

Monat	Chattsworth [38])	Braurholm [39])	Barrowby [40])	Kinfauns [41])
Januar	2″ 0‴,7	2″ 1‴,8	1″ 4‴,8	2″ 0‴,7
Februar	1. 6,6	2. 10,5	1. 6,2	1. 6,2
März	1. 2,9	2. 0,2	1. 0,0	1. 3,5
April	1. 11,4	1. 8,2	1. 4,4	1. 8,5
Mai	1. 11,8	2. 4,4	1. 6,8	2. 3,7
Junius	2. 1,7	2. 0,2	1. 11,7	1. 7,3
Julius	2. 9,8	2. 11,2	2. 9,2	2. 0,9
August	2. 3,4	2. 3,0	2. 3,6	2. 1,8
September	2. 1,8	2. 11,3	3. 4,2	1. 7,6
October	2. 10,6	3. 7,5	2. 5,8	2. 0,8
November	2. 5,6	2. 7,3	2. 2,3	2. 4,8
December	2. 4,9	2. 0,5	1. 11,0	2. 4,2
Jahr	25. 11,4	29. 6,1	23. 8,9	23. 2,0
Winter	23,2	23,9	20,2	25,6
Frühling	19,9	20,6	16,4	22,9
Sommer	27,9	24,3	29,6	25,2
Herbst	28,9	31,1	33,8	26,3

37) Aus Irland fehlt es mir ganz an mehrjährigen Messungen; es werden beide Verhältnisse hier vielleicht noch etwas größer seyn.
38) In Derbyshire, 16jähr. Beob. (1777—92) bei Dalton l. l.
39) 10jähr. Beob. aus den Edinb. Trans. bei Gasparin.
40) Bei Leeds, 10jähr. Beob. (1772—81) von Lloyd in Phil. Trans. 1782. p. 71.
41) 11jähr. Beob. (1813—21, 25, 27) von Gray, im Januarhefte der Ann. of phil. und Brewster's Journ. of Sc. jährlich mitgetheilt.

Monat	Hackney Wick [42])	Oxford [43])	London [44])	Epping [45])
Januar	1″ 0‴,8	0″ 11‴,5	1″ 7‴,4	0″ 9‴,6
Februar	1. 10,5	1. 8,2	1. 5,3	1. 10,8
März	1. 3,5	0. 10,0	1. 8,7	1. 8,2
April	1. 11,6	1. 10,3	1. 7,8	1. 10,2
Mai	2. 3,6	1. 3,4	1. 10,5	2. 0,6
Junius	1. 8,7	0. 8,3	1. 7,3	1. 10,9
Julius	1. 8,6	2. 8,7	2. 1,1	1. 9,1
August	1. 10,0	1. 7,3	1. 9,5	2. 0,8
September	2. 5,2	2. 0,0	2. 1,1	2. 7,3
October	2. 4,6	2. 9,0	2. 7,7	2. 11,7
November	2. 2,5	2. 3,9	2. 4,8	3. 1,7
December	1. 11,9	1. 10,3	2. 5,6	2. 5,6
Jahr	22. 9,5	20. 6,9	23. 4,8	25. 2,5
Winter	21,6	21,9	23,6	20,5
Frühling	24,4	19,3	22,4	22,1
Sommer	23,1	24,4	23,5	22,7
Herbſt	30,9	34,4	30,5	34,6

42) Nahe 10 Jahr (1813—15, 17—24, 26) von Beaufoy [illegible] in den Ann. of phil.

43) 2jähr. Beob. (1822—23) von Robertson in Brewster Edinb. Journ. of Sc. I, 287.

44) 16jähr. Beob. (1812—27) von Howard in den Ann. of p monatlich mitgetheilt. Die Bemerkungen von Daniell (Meteor. Ess. p. XII) haben mich bewogen, die Beobachtungen der Ki Soc. zu überſehen. 40jähr. Beobachtungen dieſer bei Dalton [illegible] geben für den Winter 21, den Frühling 20, den Sommer 29 und Herbſt 30 Procent.

45) 5jähr. Beob. (1822—26) von Squire in Phil. Mag. and Ann of Phil. N. S. I, 208.

Monat	London [46]	New-Malton [47]	Dumfries [48]	Glasgow [49] bis	Edinburgh [50]
Januar	1″ 2‴,6	2″ 1‴,5	2″ 10‴,8	2″ 6‴,0	1″ 10‴,6
Februar	1. 1,2	1. 8,1	2. 7,9	1. 7,6	1. 7,2
März	0. 11,9	1. 9,4	2. 0,4	1. 1,3	1. 4,4
April	1. 1,6	2. 3,0	1. 10,7	0. 11,0	1. 5,8
Mai	1. 2,8	2. 9,0	2. 4,9	1. 6,5	1. 9,7
Junius	1. 8,9	2. 0,1	2. 9,5	1. 8,1	1. 6,9
Julius	1. 11,1	2. 0,8	3. 0,7	2. 1,9	2. 3,4
August	1. 8,5	2. 7,2	3. 0,0	2. 6,9	2. 4,9
Septbr.	1. 6,8	2. 2,7	4. 1,0	1. 6,2	2. 1,8
October	1. 7,5	2. 11,2	3. 11,0	2. 1,9	2. 4,5
Novbr.	1. 7,8	2. 10,4	2. 11,7	1. 9,4	2. 5,3
Decbr.	1. 3,0	3. 0,9	2. 11,4	1. 10,3	1. 11,7
Jahr	17. 1,7	28. 4,3	34. 8,0	20. 0,1	23. 4,2
Winter	20,8	24,3	24,6	24,9	23,4
Frühling	19,6	23,9	18,3	17,8	19,9
Sommer	31,3	25,5	25,5	29,9	26,8
Herbst	28,2	28,3	31,6	27,3	29,9

46) In Rutlandshire, 56jähr. Beob. (1726—81) von **Barker** in den Phil. Trans. for. 1771. p. 221, bis 1771 und späterhin jährlich mitgetheilt.

47) Nahe 9 Jahr (1816—22, 24, 25) von **Stockton** jährlich in den Ann. of phil.

48) 16jähr. Beob. (1777—93) von **Capland** bei **Dalton** l. l.

49) Nahe 18jähr. Beob. (1801—18) von **Couper** in Ann. of phil. XII, 376. Da das vorliegende Irland die West- und Südwestwinde schon zum Theil ihres Wassers beraubt, so habe ich Dumfries und Glasgow an der Westküste Schottlands mit zur Gruppe des östlichen und innern Englands gerechnet.

50) Nahe 27 J., nämlich 1731—34 in Phil. Trans. for 1742. p. 248; 1771—76 von **Macgowan** in Edinb. Trans. I, 333; 1795—1804, 1810 u. 11 von **Adie** im Phil. Mag. XLVII, 79; 1812 von demf. in Ann. of phil. I, 220 u. 1824—29 von demselben monatlich im Edinburgh Journal of Science.

Bei dem Uebergange von Englands Westküste nach dem Innern des Landes hat nicht blos die absolute Regenmenge abgenommen, auch die Vertheilung des Wassers im Jahre ist eine andere geworden. Zwar ist der Herbst fast allenthalben noch die nasseste Jahreszeit, aber der Regen im Sommer hat zugenommen, die Wassermenge im Winter ist kleiner geworden. Nehmen wir zur Entfernung der Anomalien, die von Localursachen und Unregelmäßigkeiten in einzelnen Jahren herrühren, das Mittel der in obiger Tafel enthaltenen Größen, so ergiebt sich

Winter	23,0 Procent
Frühling	20,6
Sommer	26,0
Herbst	30,4

Die Regenmenge im Sommer verhält sich zu der im Herbste wie 1:1,172, die im Winter zu der im Sommer wie 1:1,131; an der Westküste fanden wir die Verhältnisse 1:1,347 und 1:0,868, es haben also hier die Sommerregen ein entschiedenes Uebergewicht über die Winterregen erhalten.

Die gedachten beiden Verhältnisse ändern sich immer mehr, je weiter wir nach Osten gehen, während der Frühling in der ganzen Gruppe der Climate von Mitteleuropa nur eine geringe Oscillation zeigt. Gehen wir nach dem westlichen Theile der Niederlande und Frankreichs, so zeigen die Messungen folgende Verhältnisse:

Westliche Küste der Niederlande und von Frankreich.

Zeit	Bordeaux [51]	la Rochelle [52]	la Vallerie [53]	St. Maurice le Girard [54]	Sparendam [55]
Januar	2″ 5‴,2	2″ 4‴,8	1″ 8‴,6	1″ 8‴,7	1″ 0‴,0
Februar	1. 10,2	1. 9,3	1. 10,4	8. 2,1	0. 7,7
März	1. 5,1	1. 7,1	1. 5,7	0. 8,0	1. 6,6
April	1. 8,8	1. 6,0	1. 7,5	0. 8,0	2. 9,5
Mai	2. 0,5	1. 8,4	1. 11,0	1. 2,0	2. 0,1
Junius	2. 5,8	1. 5,1	1. 3,0	2. 1,4	1. 7,3
Julius	1. 9,2	1. 8,0	1. 8,8	1. 0,0	5. 2,3
August	1. 7,8	1. 5,1	1. 4,5	1. 5,2	1. 3,2
Septbr.	1. 6,5	2. 3,2	2. 0,1	1. 7,4	3. 4,2
October	2. 4,5	3. 0,7	3. 4,6	9. 5,4	4. 10,2
Novbr.	2. 7,2	2. 11,5	2. 6,2	3. 4,0	4. 6,4
Decbr.	2. 5,3	2. 7,5	2. 10,9	3. 2,3	2. 9,3
Jahr	24. 3,6	24. 2,7	23. 9,2	23. 1,5	31. 6,8
Winter	27,7	28,2	27,3	33,2	14,0
Frühling	21,4	19,7	21,1	10,8	20,1
Sommer	24,1	17,9	18,3	19,7	25,5
Herbst	26,7	34,2	33,3	36,3	40,4

Zeit	Franecker [56]	Rotterdam [57]	Breda [58]	Middelburg [59]	Zwanenburg [60]
Januar	1″ 10‴,0	1″ 6‴,0	1″ 7‴,8	2″ 6‴,6	1″ 5‴,0
Februar	2. 0,3	1. 0,1	1. 6,4	1. 7,8	1. 6,5
März	1. 6,0	1. 0,9	1. 2,2	1. 6,6	1. 5,3
April	1. 3,6	1. 7,6	1. 1,3	0. 11,1	1. 5,8
Mai	2. 0,0	2. 0,1	2. 1,7	1. 1,4	1. 6,8
Junius	2. 3,5	1. 6,4	1. 10,8	2. 1,6	2. 2,0
Julius	3. 1,7	2. 1,9	2. 9,2	1. 11,4	2. 6,3
August	2. 9,6	2. 6,2	1. 2,8	3. 11,0	3. 0,0
Septbr.	2. 11,0	2. 10,7	3. 1,7	3. 2,8	2. 9,5
October	2. 9,8	2. 0,8	1. 11,3	2. 9,2	2. 10,8
Novbr.	3. 6,3	1. 9,7	3. 5,9	2. 3,2	1. 7,0
Decbr.	2. 4,9	1. 0,0	2. 6,5	1. 4,0	1. 11,3
Jahr	28. 6,7	21. 2,4	24. 7,6	25. 4,7	24. 4,3
Winter	21,9	16,5	23,2	21,8	20,1
Frühling	16,8	22,3	18,0	14,1	18,4
Sommer	28,8	29,3	25,9	31,5	31,6
Herbst	32,5	31,9	34,9	32,6	29,9

51) 66jähr. Beob. 1714—1770 und 76—84 von Sarreau, Guyot und de la Mothe bei Cotte Mém. II, 271.
52) 17jähr. Beob. (1777—93) von Seignette und Fleuriau de Bellevue in den Annales de chimie XLII, 361.
53) 5 Lieues in NO von la Rochelle, 18jähr. Beob. (1810—27) von de Monroy ibid.
54) 12 Lieues vom Meere, 10jähr. Beob. (1776—85) von Gallot bei Cotte Mém. II, 537.
55) 4j. B. (1777—80) von Engelmann bei Cotte Mém. II, 556.
56) 13jähr. Beob. (1771—83) von van Swinden bei Cotte Mém. II, 358.
57) 5j. B. 1779—83) von van Srouten bei Cotte Mém. II, 530.
58) 5jähr. Beob. (1777—81) von Hell bei Cotte Mém. II, 274.
59) 4jähr. Beob. aus den Mannh. Ephem. bei Gasparin.
60) 44jähr. Beob. (1736—79) bei Cotte Mém. II, 613.

Als Mittel ergiebt ſich aus den in obiger Tafel enthaltenen Größen

Winter	23,4 Procent
Frühling	18,3
Sommer	25,1
Herbſt	33,3

Es verhält ſich die Regenmenge im Winter zu der im Sommer wie 1 : 1,071, die im Sommer zu der im Herbſte wie 1 : 1,327; beide Verhältniſſe liegen alſo etwa in der Mitte zwiſchen den gleichartigen in beiden Theilen von England, ſie ändern ſich mehr oder weniger, je nachdem der Ort von weſtlicher liegenden Ländern geſchützt iſt, oder nicht.

Der übrige Theil von Frankreich zerfällt in zwei völlig verſchiedene Gruppen von Climaten. Der nördliche Theil erhält ſeinen Regen vorzugsweiſe vom atlantiſchen Meere; die Pyrenäen dagegen verhindern die Ankunft der feuchten SW Winde nach dem ſüdlichen Theile, das Mittelmeer giebt den Dampf, den Regen in dieſer Gegend. Völlig abweichend iſt die Vertheilung der Niederſchläge in dieſen Regionen; wenn wir das Rhonethal aufwärts ſteigen, ſo vereinigen ſich beide, aber noch in Genf vermögen wir Spuren vom Clima des Mittelmeeres zu erkennen. Ich ſchließe daher das ſüdliche Frankreich zunächſt gänzlich aus, rechne die vorliegende Gruppe von Orten bis zum Rheine und ziehe als ſüdliche Gränze eine Linie nordöſtlich von Bordeaux bis in die Nähe von Orleans und von dort öſtlich bis zum Rheine, und will dieſe Region, welche das Innere von Holland und die preußiſchen Rheinprovinzen zum Theil in ſich ſchließt, die weſt-rheiniſche nennen.

Westrheinische Gruppe.

Zeit	Poitiers [62])	Paris [63])	Montmorenci [64])	Brüssel [65])
Januar	1′ 4′′′,6	1′ 4′′′,8	1′ 9′′′,0	0′ 9′′′,5
Februar	1. 1,2	1. 6,1	1. 5,6	1. 1,8
März	0. 8,2	1. 0,2	1. 8,0	1. 4,8
April	1. 11,4	1. 11,6	1. 3,0	1. 3,4
Mai	1. 9,4	2. 2,6	2. 4,3	1. 6,8
Junius	2. 10,4	2. 3,2	2. 4,2	1. 10,9
Julius	1. 10,8	2. 2,2	2. 1,4	1. 10,3
August	2. 2,3	1. 10,8	1. 9,0	1. 8,9
Septbr.	2. 7,8	1. 10,4	1. 10,6	2. 0,1
October	1. 6,8	1. 4,4	1. 7,5	1. 6,1
Novbr.	2. 4,0	1. 8,8	1. 9,6	1. 3,3
Decbr.	1. 9,3	1. 4,7	1. 4,9	1. 4,9
Jahr	22. 2,0	20. 9,8	21. 5,9	17. 10,8
Winter	19,2	20,7	21,5	18,7
Frühling	19,9	25,0	24,9	23,7
Sommer	31,4	30,5	28,9	30,7
Herbst	29,5	23,8	24,7	26,9

Zeit	Berg St. Vinoix [66])	Cambray [67])	Metz [68])	Troyes [69])
Januar	1′ 9′′′,9	0′ 10′′′,2	2′ 0′′′,9	1′ 8′′′,2
Februar	1. 7,1	0. 5,0	1. 8,0	0. 11,2
März	1. 10,2	0. 8,1	1. 5,2	1. 1,5
April	1. 0,4	1. 1,4	2. 8,3	2. 0,0
Mai	1. 5,8	1. 8,5	2. 9,0	3. 0,2
Junius	2. 0,0	1. 8,0	1. 9,0	2. 2,5
Julius	2. 2,1	2. 3,1	2. 0,7	2. 0,3
August	2. 4,1	1. 7,3	2. 2,6	2. 0,8
Septbr.	2. 1,0	1. 7,3	3. 2,5	1. 8,5
October	2. 2,8	1. 9,2	1. 8,6	0. 11,7
Novbr.	2. 0,2	1. 7,0	3. 6,7	3. 0,9
Decbr.	3. 3,7	0. 9,4	2. 1,5	1. 6,9
Jahr	23. 11,3	1 . 0,5	27. 3,0	22. 4,7
Winter	28,1	18,8	21,6	18,7
Frühling	18,2	21,9	25,2	27,4
Sommer	27,2	33,4	21,1	28,1
Herbst	26,5	30,9	31,1	25,8

62) 10jähr. Beob. (1776—85) von de la Mezière bei Cotte Mém. II, 510.
63) 63jähr. Beob. bis 1827 bei Gasparin.
64) 15jähr. Beob. (1768—82) von Cotte in seinen Mém. II, 456.
65) 5jähr. Beob. aus den Mannh. Ephem. bei Gasparin.
66) 4jähr. Beob. (1722—25) von Guillin bei Cotte Mém. II, 257.
67) 8jähr. Beob. (1777—84) von Trécourt bei Cotte Mém. II, 293.
68) 7jähr. Beob. (1779—85) von le Gaux und Laurian bei Cotte Mém. II, 425.
69) 6jähr. Beob. 1779—84) von le Boutiller und Rondeau bei Cotte Mém. II, 577.

Als Mittel ergiebt sich aus den in obiger Tafel enthaltenen Größen

Winter	23,4 Procent
Frühling	18,3
Sommer	25,1
Herbst	33,3

Es verhält sich die Regenmenge im Winter zu der im Sommer wie 1 : 1,071, die im Sommer zu der im Herbste wie 1 : 1,327 beide Verhältnisse liegen also etwa in der Mitte zwischen den gleichartigen in beiden Theilen von England, sie ändern sich mehr oder weniger, je nachdem der Ort von westlicher liegenden Ländern geschützt ist, oder nicht.

Der übrige Theil von Frankreich zerfällt in zwei völlig verschiedene Gruppen von Climaten. Der nördliche Theil erhält seinen Regen vorzugsweise vom atlantischen Meere; die Pyrenäen dagegen verhindern die Ankunft der feuchten SW Winde nach dem südlichen Theile, das Mittelmeer giebt den Dampf zu den Regen in dieser Gegend. Völlig abweichend ist die Vertheilung der Niederschläge in diesen Regionen; wenn wir das Rhonethal aufwärts steigen, so vereinigen sich beide, aber noch in Genf vermögen wir Spuren vom Clima des Mittelmeeres zu erkennen. Ich schließe daher das südliche Frankreich zunächst gänzlich aus, rechne die vorliegende Gruppe von Orten bis zum Rheine und ziehe als südliche Gränze eine Linie nordöstlich von Bordeaux bis in die Nähe von Orleans und von dort östlich bis zum Rheine, und will diese Region, welche das Innere von Holland und die preußischen Rheinprovinzen zum Theil in sich schließt, die west-rheinische nennen.

Westrheinische Gruppe.

Zeit	Poitiers [62])	Paris [63])	Montmorenci [64])	Brüssel [65])
Januar	1″ 4‴,6	1″ 4‴,8	1″ 9‴,0	10″ 9‴,5
Februar	1. 1,2	1. 6,1	1. 5,6	1. 1,8
März	0. 8,2	1. 0,2	1. 8,0	1. 4,8
April	1. 11,4	1. 11,6	1. 3,0	1. 3,4
Mai	1. 9,4	2. 2,6	2. 4,3	1. 6,8
Junius	2. 10,4	2. 3,2	2. 4,2	1. 10,9
Julius	1. 10,8	2. 2,2	2. 1,4	1. 10,3
August	2. 2,3	1. 10,8	1. 9,0	1. 8,9
Septbr.	2. 7,8	1. 10,4	1. 10,6	2. 0,1
October	1. 6,8	1. 4,4	1. 7,5	1. 6,1
Novbr.	2. 4,0	1. 8,8	1. 9,6	1. 3,3
Decbr.	1. 9,3	1. 4,7	1. 4,9	1. 4,9
Jahr	22. 2,0	20. 9,8	21. 5,9	17. 10,8
Winter	19,2	20,7	21,5	18,7
Frühling	19,9	25,0	24,9	23,7
Sommer	31,4	30,5	28,9	30,7
Herbst	29,5	25,8	24,7	26,9

Zeit	Berg St. Vinoix [66])	Cambray [67])	Metz [68])	Troyes [69])
Januar	1″ 9‴,9	0″ 10‴,2	2″ 0‴,9	1″ 8‴,2
Februar	1. 7,1	0. 5,0	1. 8,0	0. 11,2
März	1. 10,2	0. 8,1	1. 5,2	1. 1,5
April	1. 0,4	1. 1,4	2. 8,3	2. 0,0
Mai	1. 5,8	1. 8,5	2. 9,0	3. 0,2
Junius	2. 0,0	1. 8,0	1. 9,0	2. 2,5
Julius	2. 2,1	2. 3,1	2. 0,7	2. 0,3
August	2. 4,1	1. 7,3	2. 2,6	2. 0,8
Septbr.	2. 1,0	1. 7,3	3. 2,5	1. 8,5
October	2. 2,8	1. 9,2	1. 8,6	0. 11,7
Novbr.	2. 0,2	1. 7,0	3. 6,7	3. 0,9
Decbr.	3. 3,7	0. 9,4	2. 1,5	1. 6,9
Jahr	23. 11,3	1 . 0,5	27. 3,0	22. 4,7
Winter	28,1	18,8	21,6	18,7
Frühling	18,2	21,9	25,2	27,4
Sommer	27,2	33,4	21,1	28,1
Herbst	26,5	30,9	31,1	25,8

62) 10jähr. Beob. (1776—85) von de la Mezière bei Cotte Mém. II, 510.
63) 63jähr. Beob. bis 1827 bei Gasparin.
64) 15jähr. Beob. (1768—82) von Cotte in seinen Mém. II, 456.
65) 5jähr. Beob. aus den Mannh. Ephem. bei Gasparin.
66) 4jähr. Beob. (1722—25) von Guillin bei Cotte Mém. II, 257.
67) 8jähr. Beob. (1777—84) von Trécourt bei Cotte Mém. II, 293.
68) 7jähr. Beob. (1779—86) von le Gaux und Laurian bei Cotte Mém. II, 425.
69) 6jähr. Beob. 1779—84) von le Boutiller und Rondeau bei Cotte Mém. II, 577.

Zeit	Mühlhausen [70]	Strasburg [71]	Hagenau [72]	Coblenz [73]
Januar	2″ 0‴,8	1″ 8‴,2	2″ 1‴,8	1″ 1‴,1
Februar	1. 11,1	1. 4,4	1. 4,8	0. 8,2
März	1. 8,5	1. 6,2	1. 8,3	1. 7,1
April	3. 8,1	1. 5,9	1. 9,0	1. 5,6
Mai	2. 11,7	3. 0,4	1. 10,5	1. 11,3
Junius	3. 2,4	3. 0,1	2. 8,5	2. 4,0
Julius	1. 9,5	3. 2,8	1. 1,2	2. 5,5
August	3. 1,4	2. 5,7	3. 2,2	2. 6,1
Septbr.	1. 9,2	2. 7,6	3. 0,0	2. 2,7
Octobet	2. 3,6	1. 11,2	1. 9,5	1. 2,9
Novbr.	3. 3,3	2. 1,7	3. 3,3	1. 8,4
Decbr.	1. 5,9	1. 5,6	1. 2,1	1. 7,0
Jahr	28. 4,8	25. 6,8	25. 0,6	20. 9,9
Winter	19,2	16,0	18,7	16,2
Frühling	26,4	23,6	21,2	24,0
Sommer	28,5	34,1	28,0	35,0
Herbst	25,9	26,3	32,0	24,8

An den meisten Orten hat bereits der Sommerregen das Uebergewicht über den Niederschlag im Herbste, und Metz ist der einzige Ort, wo sich eine bedeutende Anomalie zeigt, die vielleicht bei länger fortgesetzten Messungen verschwinden würde. Im Mittel erhalten wir

Winter	19,5 Procent
Frühling	23,4
Sommer	29,8
Herbst	27,3

Es verhält sich hier die Regenmenge im Sommer zu der im Herbste wie 1 : 0,917; die im Winter zu der im Sommer wie 1 : 1,64.

In Deutschland, welches im Süden von hohen Bergketten durchzogen wird, während sein nördlicher Theil sich in eine flache Ebene verläuft, würden Messungen an vielen Orten mehrere untergeordnete Gruppen zeigen, in denen wir zwar im Ganzen ein Uebergewicht der Sommerregen treffen würden, Localursachen

70) 6jähr. Beob. 1779—84) von Meyer bei Cotte Mém. II, 468.

71) 16jähr. Beob. (1806—20 u. 24) von Herrenschneider in der Zeitschrift für die gesammte Meteorologie Bd. I. No. 8 und No. 17.

72) 5jähr. Beob. (1780—84) von Keller bei Cotte Mém. II, 577.

73) 11jähr. Beob. (1819—29) von Mohr, MS.

würden aber mehr oder weniger bedeutende climatische Differenzen erzeugen. Eine Vergleichung der vorhandenen Messungen nebst dem Gange aller übrigen meteorologischen Erscheinungen dürfte hier außer der Differenz des östlichen und westlichen Deutschlands folgende drei Hauptgruppen zeigen: die der norddeutschen Ebene, die von Böhmen und die von Würtemberg und Baiern, letztere mit mehreren Abstufungen in verschiedenen Höhen über dem Meere. Mangel an hinreichenden Messungen verhindert mich an der Anstellung dieser Untersuchung, deshalb will ich ganz Deutschland zusammenfassen [74]).

Deutschland.

Monat	Mannheim [75])	Carlsruhe [76])	Stuttgart [77])	Tübingen [78])
Januar	1″ 6‴,4	1″ 5‴,0	1″ 1‴,5	1″ 2‴,5
Februar	1. 0,8	1. 8,0	1. 10,2	0. 10,8
März	1. 3,9	1. 9,4	1. 3,6	1. 4,5
April	1. 9,7	1. 7,2	1. 4,3	1. 3,1
Mai	1. 10,1	2. 2,2	2. 0,6	2. 5,8
Junius	2. 6,3	2. 4,0	3. 2,4	3. 1,8
Julius	2. 3,6	2. 11,8	2. 0,4	3. 2,7
August	2. 0,2	2. 4,2	2. 8,5	3. 1,9
Septbr.	2. 0,5	2. 1,2	2. 7,4	2. 2,5
October	1. 10,3	1. 11,8	1. 10,0	1. 10,3
Novbr.	1. 5,3	2. 1,9	1. 10,4	1. 8,2
Decbr.	1. 3,0	2. 2,3	1. 9,7	1. 4,7
Jahr	21. 0,1	24. 9,0	23. 9,0	23. 10,8
Winter	18,3	21,3	20,1	14,7
Frühling	23,7	22,5	19,8	21,4
Sommer	32,6	31,0	33,5	39,9
Herbst	25,4	25,2	26,6	24,0

74) Eine ähnliche Zusammenstellung giebt Schübler in der Encyclop. der Landwirthsch. IX, 132.

75) 12jähr. Beob. (1781—92) von Hemmer in den Mannheimer Ephemeriden.

76) 23jähr. Beob. (1801—25) von Böckmann, mitgetheilt von Dr. Eisenlohr, MS.

77) 10jähr. Beob. (1807—11, 25—29), mitgetheilt von Schübler, MS.

78) 10jähr. Beob. (1819—29) im botan. Garten, mitgetheilt von Schübler, MS.

Monat	Giessen [79])	Ulm, [80])	Genkingen [81])	Würzburg [82])
Januar	1″ 7‴,1			1″ 5‴,0
Februar	1. 1,1			1. 6,3
März	1. 4,8			1. 5,9
April	1. 4,1			1. 1,2
Mai	3. 0,9			1. 3,0
Junius	3. 6,7			1. 7,1
Julius	2. 10,0			1. 2,3
August	3. 2,9			1. 2,4
Septbr.	2. 1,1			1. 2,9
October	1. 9,4			0. 10,9
Novbr.	2. 1,6			1. 0,1
Decbr.	1. 4,1			0. 10,6
Jahr	25. 5,8	25. 1,9	35. 5,7	14. 0,7
Winter	15,8	21,3	17,3	25,8
Frühling	22,8	19,5	27,0	25,9
Sommer	37,8	36,6	32,9	26,9
Herbst	23,6	22,6	22,7	21,4

Monat	Regensburg [83])	Tegernsee [84])	Auber [85])	Peissenberg [86])
Januar	1″ 3‴,2	2″ 2‴,7	2″ 6‴,0	0″ 10‴,0
Februar	1. 2,1	3. 0,3	1. 4,9	0. 11,0
März	1. 0,3	2. 5,1	2. 2,2	0. 9,5
April	0. 11,4	2. 4,1	2. 0,0	1. 0,6
Mai	1. 8,9	3. 4,2	2. 0,2	2. 5,4
Junius	2. 5,1	6. 9,8	4. 4,7	3. 4,8
Julius	3. 2,4	6. 8,0	3. 5,0	3. 6,8
August	2. 9,8	6. 0,4	4. 0,3	2. 10,8
Septbr.	1. 11,7	3. 5,4	1. 3,5	1. 7,8
October	1. 5,4	3. 6,0	1. 3,8	1. 4,6
Novbr.	1. 4,8	1. 11,6	1. 4,4	0. 10,0
Decbr.	1. 7,7	1. 11,1	1. 4,9	0. 11,1
Jahr	21. 0,8	43. 9,6	27. 3,9	20. 8,3
Winter	19,3	16,4	19,5	12,9
Frühling	17,7	18,5	22,7	20,7
Sommer	40,1	44,7	43,3	47,7
Herbst	22,9	20,4	14,5	18,7

79) 7jähr. Beob. von Binder bei Schübler in der Encyclopädie der Landwirthschaft IX, 132.

80) 6jähr. Beob. von Algower bei Schübler l. l. nur nach den Jahreszeiten mitgetheilt.

81) 5jähr. Beob. von Klemm ibid.

82) 7jähr. Beob. (1781—83, 85—88) von Egel in den Mannheimer Ephemeriden.

83) 24 J. von Heinrich, 8 J. in den Mannh. Ephem. bei Gasparin, und 16 J. (1808—23) in Gehlen's und Schweigger's Journal, monatlich mitgetheilt.

84) 8jähr. Beob. aus den Mannh. Ephem. bei Gasparin.

85) 5½jähr. Beob. (Mai 1781—Dec. 86) von Kettel in den Mannh. Ephemeriden.

86) 10jähr. Beob. aus den Mannh. Ephem. bei Gasparin.

Monat	Augsburg [87]	Göttingen [88]	Erfurt [89]	Giessen [90]	Prag [91]
Januar	2″ 4‴,8	1″ 2‴,5	0″ 6‴,8	0″ 11‴,7	0″ 5‴,6
Februar	2. 1,2	1. 7,6	0. 10,0	1. 1,1	1. 2,2
März	2. 3,5	1. 5,6	0. 6,7	1. 0,1	0. 8,0
April	1. 9,0	1. 9,0	0. 11,3	0. 11,1	0. 9,3
Mai	4. 4,6	1. 4,3	1. 2,7	1. 0,0	2. 1,5
Junius	4. 0,0	2. 5,1	1. 2,0	1. 10,1	0. 5,4
Julius	4. 11,4	3. 1,0	1. 9,7	2. 2,2	1. 3,7
August	3. 11,7	3. 5,1	2. 2,2	1. 10,0	3. 6,3
Septbr.	3. 4,8	2. 8,6	1. 1,2	1. 1,8	1. 4,4
October	3. 4,3	2. 0,2	0. 10,5	1. 5,2	1. 5,3
Novbr.	2. 10,4	2. 0,8	0. 9,1	1. 1,5	1. 8,9
Decbr.	2. 2,6	1. 8,9	0. 7,1	1. 2,9	0. 4,1
Jahr	36. 8,3	24. 10,7	12. 6,8	15. 9,7	15. 4,7
Winter	18,3	18,4	15,5	20,9	12,9
Frühling	23,0	18,1	21,7	18,5	23,2
Sommer	35,2	35,9	41,0	37,1	24,3
Herbst	23,5	27,6	21,8	23,5	29,6

Bedeutend vorherrschend sind die Sommerregen in Deutschland, während Herbst- und Winterregen kleiner geworden sind. Die einzige bedeutendere Anomalie zeigt uns Würzburg; daß nicht Rechnungsfehler Ursache davon sind, geht daraus hervor, daß Gasparin's Zusammenstellung bis auf unbedeutende Unterschiede für die einzelnen Monate dieselben Regenmengen giebt. Es muß daher der Entscheidung künftiger Beobachter überlassen bleiben, ob Localursachen jene Anomalie hervorbringen, oder ob sich nur die Jahre, in denen die Messungen angestellt wurden, durch einen anomalen Gang an diesem Orte auszeichneten. Nehmen wir das Mittel aus sämmtlichen in obiger Tafel mitgetheilten Verhältnissen, so ergiebt sich

Winter	18,2 Procent
Frühling	21,6
Sommer	37,1
Herbst	23,2

hiernach verhält sich der Sommerregen zum Herbstregen wie 1 : 0,625, der Winterregen zum Sommerregen wie 1 : 2,042.

87) 14jähr. Beob. von Stark bei Schübler l. l.

88) 4jähr. Beob. (1783—85, 87) von Gatterer in den Mannheimer Ephemeriden.

89) 7jähr. Beob. aus den Mannh. Ephem. bei Gasparin.

90) 12jähr. Beob. (1781—92) von Preus in den Mannh. Ephem.

91) 4jähr. Beob. von Strnadt aus den Mannh. Ephemeriden bei Gasparin.

So haben wir im mittleren Europa eine ſucceſſive Aenderung der Regenverhältniſſe erkannt. Wir finden nämlich

	Sommer zu Herbſt	Winter zu Sommer
Weſtliches England . .	1 : 1,347	1 : 0,868
Oeſtliches England . .	1 : 1,172	1 : 1,131
Weſtliches Frankreich . .	1 : 1,327	1 : 1,071
Weſtrheiniſche Gruppe .	1 : 0,917	1 : 1,540
Deutſchland	1 : 0,625	1 : 2,042

Der Grund dieſes Ueberganges liegt in der Richtung der Regenwinde und in der Temperaturdifferenz zwiſchen dem Meere und dem Innern des Feſtlandes im Sommer oder im Winter. Wenn die SW Winde mit Dämpfen geſchwängert im Winter die Küſten des Feſtlandes erreichen, ſo treffen ſie bald auf kältere Luftſchichten, ein Theil ihrer Dämpfe wird condenſirt, daher reichliche Winterregen in der Nähe der Küſte. Dieſe Regen ſcheinen in einer Höhe gebildet zu werden, welche kleiner iſt, als diejenige, in welcher die Wolken gewöhnlich ziehen, zumal da die Luft in derſelben Höhe bei der niedrigen Temperatur des Winters wenige Dämpfe enthält, als im Sommer. Kommen eben dieſe Winde im Sommer in das wärmere Feſtland, ſo können ihre Dämpfe weiter landeinwärts ziehen, die Wolken ſchweben im Allgemeinen weit höher als im Winter, und geringe Ungleichheiten des Bodens vermögen nicht ſo leicht Niederſchläge zu erzeugen. Daher finden wir auch, daß in derſelben Gegend die Sommerregen deſto überwiegender werden, je weiter wir uns vom Boden entfernen; ein Theil der Winterregen entſteht ſchon unter den höher liegenden Punkten. Würtemberg und Baiern haben im Allgemeinen denſelben Charakter der Jahreszeiten, aber dieſer ändert ſich mit der Höhe. Theilen wir die Orte beider Reiche in zwei Gruppen, deren erſte ſämmtliche Orte unter, die zweite über 2000 Fuß Meereshöhe enthält, ſo gehören zu jener Stuttgart (847′), Tübingen (1010′), Regensburg (1043′), Ulm (1432′) und Augsburg (1464′); zu dieſer Tegernſee (2265′), Andex (2282′), Genkingen (2400′) und Peißenberg (3087′). Nehmen wir die mittleren Regenverhältniſſe in beiden Gruppen, ſo erhalten wir

	Unter 2000 Fuß	Ueber 2000 Fuß.
Winter	18,2 Procent	16,5 Procent
Frühling	20,7	22,2
Sommer	37,2	42,2
Herbst	23,8	19,1

as Verhältniß der Winterregen zu den Sommerregen ist an den fern Punkten 1:2,04; in der Höhe verwandelt es sich in :2,555. Diese Differenz hat ihren Grund vorzüglich in den ichen Niederschlägen im Sommer, während die Höhen des egenwassers im Winter oben und unten nahe gleich sind. Da : Gebirgsgegenden aber stets reichlichere Niederschläge bedingen, müssen wir annehmen, daß die Wolken im Winter nicht so ch ziehen, widrigenfalls das Verhältniß mit der Höhe unge- ndert bleiben müßte.

Sind Orte durch vorliegende Höhenzüge vor der Ankunft r feuchten SW Winde geschützt, so treten die Verhältnisse noch :it auffallender hervor; Erfurt, wo der Regenwind fast mit :est zusammenfällt, hat wenig Regen, aber der Thüringer ald ist Ursache, daß die Regenmenge im Sommer drei Mal ,64 Mal) größer ist, als die im Winter, und Prag, welches n allen Seiten nur Wolken erhalten kann, die über mehr er weniger hohe Bergketten gegangen sind, zeigt dasselbe :rhältniß.

Das Continental-Clima unterscheidet sich also in Beziehung f den Regen dadurch vom See-Clima, daß in jenem die Som- :rregen die vorherrschenden sind. Es würde interessant seyn, :ses Verhältniß weiter ins Innere von Europa zu verfolgen, ir sind aber nur Messungen aus Petersburg, Abo und Ofen be- nnt; die später zu betrachtende Vertheilung der Regentage rd es wahrscheinlich machen, daß diese starke Zunahme der ommerregen noch bis ins Innere von Sibirien Statt findet.

Inneres Europa.

Monat	Petersburg [92]	Abo [93]	Ofen [94]
Januar	0″ 8‴,4	1″ 4‴,0	1″ 2‴,2
Februar	0. 8,9	1. 5,0	0. 7,9
März	0. 9,5	1. 7,6	1. 7,6
April	1. 0,7	1. 5,0	1. 1,7
Mai	1. 3,8	1. 4,4	1. 3,4
Junius	2. 1,0	1. 4,0	1. 3,8
Julius	2. 2,6	2. 5,1	1. 4,3
Auguſt	2. 0,3	3. 0,0	1. 6,4
Septbr.	2. 5,7	3. 0,0	1. 4,6
October	1. 8,0	2. 11,5	1. 6,8
Novbr.	1. 2,0	2. 8,8	1. 9,2
Decbr.	0. 10,3	1. 6,3	1. 2,6
Jahr	17. 1,2	24. 1,7	16. 0,5
Winter	13,6	17,7	19,1
Frühling	19,4	18,3	25,3
Sommer	86,5	28,0	26,2
Herbſt	30,5	36,0	29,4

Unter den drei Orten zeigt nur Petersburg das Geſetz recht deutlich; weniger iſt dieſes bei Abo der Fall, wo vielleicht [illegible] urſachen, namentlich die Condenſation der von der Oſtſee kommenden Dämpfe an den Höhen von Finnland, die Regen im Herbſte und Winter vorherrſchen laſſen, während im Sommer die Regen bringenden SO Winde auf ihrem Wege über das Feſtland eine weit höhere Temperatur erlangt haben, ſo daß Niederſchläge weniger häufig Statt finden. Eben ſo anomal iſt der Gang in Ofen. Liegt der Grund dieſer Anomalie in localen urſachen? oder haben die Jahre, in denen die Meſſungen angeſtellt wurden, einen ſo unregelmäßigen Charakter? Eine Vergleichung mit andern Orten von Ungarn iſt nur im Stande hierüber Auskunft zu geben; ich bin aber faſt geneigt anzunehmen, daß die Beobachter die Regen- und Schneemenge nicht gehörig unterſchieden und die Höhe des herabgefallenen Schnees häufig als Höhe des Regenwaſſers angegeben haben. So fielen allem nach

92) Meſſungen von Krafft bei Cotte Mém. II, 508; außerdem 2jähr. Beob. (April 1778—Mai 1780) von Lexell in Act. Petrop. 1780 histor. p. 17, und 3jähr. Beob. (1783—86) von A. Euler in den Mannheimer Ephemeriden.

93) 12jähr. Beob. (1750—61) von Leche in den Abh. der Schwed. Acad. XXIV, 314.

94) 11jähr. Beob. (1782—92) von Weiß und Bruna in den Mannheimer Ephemeriden.

vom 20sten bis 24sten December nahe 3″ Wasser als Schnee herab, eben soviel als die Menge, durch welche die Rheinüberschwemmung im J. 1824 erzeugt wurde; in Ungarn aber war die Donau in beständigem Sinken und dabei die Temperatur so niedrig, daß jene am 24sten December zugefroren war. Wurden hier nicht Wasser und Schnee verwechselt, so leiteten die Beobachter vielleicht die Wassermenge aus der Schneehöhe nicht durch Aufhauen des letztern, sondern durch Annahme irgend eines Verhältnisses zwischen Dichtigkeit des Wassers und des Schnees her.

Nirgends auf den mir bekannten Punkten der Erde zeigt sich dieser Uebergang vom See-Clima zum Continental-Clima so schnell, als in Scandinavien. Die norwegischen Alpen verhindern besonders im Winter das Vordringen der Dämpfe ins Innere des Landes, daher an der Küste reichliche, im Innern schwache Niederschläge, dort Winter-, hier Sommerregen. Wir besitzen hier folgende Messungen:

Scandinavien.

Zeit	Bergen [95])	Copenhagen [96])	Lund [97])
Januar	7″ 3‴,4	0″ 10‴,7	0″ 10‴,9
Februar	6. 10,8	0. 11,2	1. 0,8
März	6. 9,7	0. 8,1	0. 9,2
April	4. 3,1	0. 10,5	1. 1,2
Mai	3. 8,6	1. 1,4	1. 2,2
Junius	4. 7,6	1. 7,3	1. 6,7
Julius	4. 11,0	2. 2,2	2. 4,0
August	7. 10,9	2. 3,8	2. 1,0
September	10. 3,1	1. 9,1	1. 11,9
October	8. 8,2	1. 5,7	2. 0,6
November	9. 11,1	1. 7,0	1. 9,5
December	7. 10,5	1. 5,8	1. 4,0
Jahr	83. 2,0	17. 5,8	18. 1,5
Winter	26,6	18,1	18,0
Frühling	17,9	15,4	16,9
Sommer	21,0	37,7	33,0
Herbst	34,5	27,6	32,1

5) 10 vollständige Jahre, 1765—1770 von Arentz im 11ten Bande der Copenhagener Abhandlungen S. 81, und 1818—21 von Bohr im Magazin for Naturvidenskaberne Bd. II. Tabelle im Anhang, außerdem Januar bis Septbr. 1822 und Aug. 1823 — Septbr. 1824 ib. Jahrg. 1826. Heft 2. und Nov. 1825 — März 1826 ib. 1827 Heft I.

6) 17 Jahre von Bugge, 1769—76 bei Cotte Mém. II, 516; 1782—88 in den Mannh. Ephem. und 1823—24 mitgetheilt von Schouw in Tidsskrift for Naturvid. in den einzelnen Heften.

7) 21jähr. Beob. (1753—73) von Scheutmark und Wenzelius, Abh. der Schwed. Acad. XXXVI, 126.

Zeit	Stockholm [98])	Upſala [99])
Januar	0″ 10‴,5	1″ 0‴,9
Februar	0. 7,4	0. 8,9
März	0. 7,0	0. 10,0
April	0. 7,5	1. 4,0
Mai	1. 4,0	1. 4,0
Junius	1. 5,3	1. 8,6
Julius	2. 1,8	1. 11,3
Auguſt	3. 8,4	1. 9,7
September	2. 10,6	1. 9,8
October	1. 10,4	1. 6,4
November	1. 9,2	1. 5,4
December	1. 4,1	1. 0,9
Jahr	19. 2,2	16. 7,9
Winter	14,8	17,4
Frühling	13,3	21,0
Sommer	38,0	32,8
Herbſt	33,9	28,8

Ein merkwürdiges Clima hat Bergen. Wenige Orte zwiſch den Wendekreiſen zeigen eine ſo ungeheure Regenmenge, a dieſer näher am Polarkreiſe liegende Punkt. Stimmten z die Meſſungen von zwei guten Beobachtern überein, ſo k man eine ſorgloſe Aufzeichnung als Grund dieſer reichlichen derſchläge angeben. Aber ſo groß ſcheint die Regenmenge an ganzen Weſtküſte Norwegens zu ſeyn. Die Sonne zeigt ſich a den Inſeln in der Nähe von Hammerfeſt nur als eine Seltenheit, im Sommer kann man ſich kaum einiger heitern Tage erfreuen. Gar häufig treibt der NW Wind in wenig Augenblicken dic Wolken aus dem Meere über das Land; Ströme von Reg ſtürzen daraus hervor und die Wolken ziehen Tage lang über d Boden hin. Tiefer im Fjorde ſind es nur leichte und vorüber gehende Regenſchauer, und in Altengaard ſieht man dann bei f rer und heiterer Sonne nichts weiter als ein ſchwarzes und dun les Wolkenband gegen Norden am Horizonte. Noch auffallend iſt dieſer ewige Nebel auf Magerö am Nord-Cap über 7 Breite hinaus. Tiefer im Lande iſt dann der Himmel meiſt heiter; denn ſo wie die Wolken dahin kommen, ſind ſie a

98) 8jähr. Beob. (1785—92) von Nicander in den Mannh. Ephem.

99) 16jähr. Beob. (1739—49, 51—55) von Celſius, Hiorter und Ferner jährlich in den Abh. der Schwed. Acad.

verschwunden [99a]). Da die niedriger ziehenden Dämpfe im Winter die Bergkette nicht zu übersteigen vermögen, so finden wir in Bergen 0,789 für das Verhältniß der Winterregen zu den Sommerregen, während Copenhagen und Lund bereits ein deutsches, Upsala und Stockholm ein Continental-Clima haben [100]).

Im südlichen Europa bilden Frankreich und Italien eine eigene klimatische Gruppe. Die Pyrenäen, das Plateau Spaniens und der Atlas verhindern die reichliche Ankunft der Dämpfe vom atlantischen Meere; das Mittelmeer giebt das meiste Wasser für die Regen, und wir treffen hier von der Küste an ausgehend eine ähnliche Vertheilung, als in dem mittleren Europa. Aber die Nähe von Africa läßt den Gegensatz zwischen Winter- und Sommerregen an den Küsten noch weit auffallender hervortreten, als in England. Der heiße Luftstrom, welcher von der Sahara aufsteigt und sich nach Norden ausbreitet (s. S. 201), verhindert den Niederschlag während des Sommers, daher regnet es dann wenig; so wie sich dieser Wind weiter nach Norden bewegt, werden durch die Ungleichheiten des Bodens partielle Ströme erzeugt, jener heiße Luftstrom wird unwirksamer und die Condensation des Dampfes erfolgt leichter. Das Thal der Rhone zeigt uns diese allmählige Aenderung des Climas auf eine eben so überraschende als entschiedene Art, und bis Zürich vermögen wir auf der Ebene zwischen Jura und Alpen Spuren dieser Einwirkung des africanischen Windes zu erkennen.

99a) L. v. Buch Reise nach Norwegen II, 40 und Gilbert's Ann. XLI, 31.

100) An der Westküste von Nordamerica scheint bei Sitka ein völlig ähnliches Verhältniß Statt zu finden. Kotzebue Neue Reise II, 28.

Gruppe des Rhonethales.

Monat	Beziers [1]	Montpellier [2]	Marseille [3]	Toulon [4]
Januar	1″ 9‴,8	2″ 10‴,0	1″ 5‴,7	2″ 0‴,1
Februar	1. 0,6	1. 8,2	0. 10,6	1. 0,1
März	1. 5,8	2. 3,4	1. 8,5	1. 2,8
April	1. 4,9	2. 2,7	1. 5,4	1. 5,9
Mai	1. 4,8	2. 3,4	1. 5,3	1. 5,8
Junius	1. 2,0	1. 10,2	1. 2,3	0. 7,9
Julius	0. 3,3	0. 9,8	0. 6,3	0. 4,1
August	0. 5,8	1. 2,8	0. 9,9	0. 7,6
Septbr.	0. 11,2	2. 8,4	2. 11,5	2. 5,6
October	1. 2,0	5. 2,3	3. 5,3	2. 7,9
Novbr.	3. 0,7	3. 2,7	2. 9,4	2. 6,1
Decbr.	2. 0,0	4. 1,0	1. 10,8	1. 0,0
Jahr	16. 2,9	30. 4,9	20. 7,5	17. 5,9
Winter	29,9	28,3	20,8	23,0
Frühling	26,4	22,3	22,3	24,1
Sommer	11,8	12,8	12,5	9,3
Herbst	31,9	36,6	44,4	43,6

Monat	Arles [5]	Nimes [6]	Manosque [7]	Orange [8]
Januar	1″ 4‴,0	1″ 7‴,7	0″ 8‴,0	1″ 3‴,7
Februar	2. 0,3	1. 10,0	1. 2,5	1. 11,2
März	2. 7,2	1. 8,9	2. 4,3	1. 6,2
April	1. 0,0	1. 10,2	2. 7,8	2. 3,8
Mai	1. 6,7	2. 1,1	2. 6,3	2. 2,6
Junius	0. 7,2	1. 0,6	0. 11,2	1. 10,8
Julius	0. 4,3	1. 0,1	0. 3,7	1. 4,4
August	1. 4,8	1. 2,9	0. 11,2	1. 8,3
Septbr.	2. 0,3	3. 4,3	2. 5,8	3. 11,7
October	3. 10,2	2. 4,6	3. 8,7	4. 4,9
Novbr.	2. 8,8	3. 8,1	2. 1,0	3. 4,9
Decbr.	2. 9,7	1. 9,8	2. 1,3	2. 4,7
Jahr	22. 3,5	23. 8,8	21. 11,8	28. 5,2
Winter	27,6	22,3	18,1	19,8
Frühling	23,1	24,0	34,2	21,3
Sommer	10,5	15,9	9,9	17,4
Herbst	38,8	39,8	37,8	41,5

1) 8jähr. Beob. (1725—32) von Bouillet und Mairan bei Cotte Mém. II, 265.

2) 26jähr. Beob. von Poitevin bei Gasparin l. l.

3) 19jähr. Beob. (1772—74, 77—92) von Saint-Jacques de Sylvabelle bei Cotte Mém. II, 420. und in den Mannheimer Ephemeriden.

4) 10jähr. Beob. aus der Statistique des bouches du Rhone bei Gasparin l. l.

5) 2jähr. Beob. (1783—84) von Bret bei Cotte Mém. II, 204.

6) 17jähr. Beob. von Baux und Valz bei Gasparin l. l.

7) 4jähr. Beob. (1781—84) von Bouteille bei Cotte Mém. II, 414.

8) 13jähr. Beob. von Gasparin l. l.

Monat	Viviers [9]	Joyeuse [10]	Bourg en Bresse [11]	Dijon [12]	Toulouse [13]
Januar	2″ 5‴,7	3″ 6‴,7	3″ 5‴,0	1″ 8‴,1	1″ 8‴,8
Februar	1. 8,5	2. 10,6	3. 0,0	0. 11,2	1. 6,2
März	1. 11,1	2. 3,8	3. 10,0	1. 5,5	1. 11,1
April	2. 8,2	3. 6,7	2. 9,0	2. 0,0	1. 11,5
Mai	2. 11,2	5. 2,8	4. 0,9	2. 7,8	2. 3,9
Junius	2. 6,8	2. 5,0	3. 7,0	2. 0,0	2. 10,2
Julius	1. 10,6	2. 7,1	3. 3,0	3. 3,3	1. 6,3
Auguſt	2. 4,2	2. 8,6	3. 9,0	1. 4,0	1. 3,7
Septbr.	4. 1,7	5. 7,2	3. 11,0	1. 5,3	2. 6,8
October	4. 8,9	7. 10,3	4. 7,0	3. 2,7	2. 1,9
Novbr.	4. 2,2	5. 9,7	4. 7,0	2. 3,1	2. 0,9
Decbr.	2. 4,8	3. 2,6	2. 7,0	1. 7,9	1. 8,6
Jahr	33. 11,9	47. 8,0	43. 3,9	23. 10,9	23. 7,9
Winter	19,4	20,3	20,8	17,9	21,0
Frühling	22,2	23,1	24,6	25,6	2 ,2
Sommer	20,0	16,2	24,4	27,6	24,0
Herbſt	38,4	40,4	30,2	28,9	28,8

Monat	Genf [14]	Lauſanne [15]	Bern [16]	Zürich [17]
Januar	2″ 2‴,6	1″ 11‴,1	2″ 0‴,8	2″ 1‴,8
Februar	1. 9,9	2. 0,4	4. 2,5	2. 8,8
März	1. 9,3	2. 3,7	2. 4,0	2. 4,6
April	1. 10,6	2. 1,6	2. 5,4	2. 9,0
Mai	2. 10,0	3. 1,4	3. 10,5	2. 5,6
Junius	2. 11,8	4. 6,9	5. 4,7	3. 4,1
Julius	3. 2,9	3. 7,6	4. 1,4	3. 11,7
Auguſt	2. 7,5	5. 9,2	5. 8,0	3. 4,8
September	2. 5,9	2. 6,3	3. 2,1	2. 4,1
October	2. 10,4	5. 0,7	4. 7,6	3. 7,8
November	2. 7,6	2. 10,8	2. 7,3	1. 4,2
December	2. 4,8	1. 9,4	2. 9,1	1. 7,6
Jahr	29. 9,3	37. 9,1	43. 3,4	32. 2,1
Winter	21,6	15,2	20,9	20,3
Frühling	21,8	20,0	20,0	23,6
Sommer	29,7	37,0	35,1	33,3
Herbſt	26,9	27,8	24,0	22,8

9) 40jähr. Beob. (1778—1817) von Flaugergues in Bibl. univ. VIII, 127.

10) 23jähr. Beob. (1805—27) von Tardy de la Brossy de Montravel in den Annales de chimie XLII, 363.

11) 9jähr. Beob. von Puvis bei Gasparin l. l.

12) 7jähr. Beob. (1777—83) von Maret bei Cotte Mém. II, 330.

13) 12jähr. Beob. aus dem Journ. des prop. bei Gasparin l. l.

14) 33jähr. Beob., nämlich 26 Jahr aus der Bibl. univ. bei Gasparin l. l. und 7 Jahr (1782—86, 88, 89) von Senebier in den Mannheimer Ephemeriden.

15) 6jähr. Beob. aus den Abh. der öconom. Soc. zu Bern bei Gasparin l. l.

16) 6jähr. Beob. ebend.

17) 5jähr. Beob. (1708—12) von Scheuchzer, Natur-Hiſtorie des Schweizerlandes (4. Zürch 1752) I, 84.

An den unmittelbar an der Küſte liegenden Orten iſt der Herb
regen vorherrſchend, der Regen im Sommer ſehr unbedeute
Der warme Luftſtrom von Africa verhindert im Sommer die C
denſation, der Himmel iſt faſt ſtets heiter, und es zeigen ſich
am Morgen niedriege Nebel über dem Meere [18]). Nur da
wenn der SO Wind einige Tage anhaltend weht, bilden
Regen, die aber vom folgenden NW Winde vertrieben werd
Nehmen wir zur ſchärferen Beſtimmung der Verhältniſſe
Mittel aus den Meſſungen zu Beziers, Montpellier, Marſ
und Toulon, ſo erhalten wir für die Küſte folgende Größen:

Winter	25,5 Procent
Frühling	23,8
Sommer	11,6
Herbſt	39,1

Und eben ſo zeigt ſich das Verhältniß auch noch etwas nö
nördlich, denn Arles und Nimes geben im Mittel:

Winter	25,0 Procent
Frühling	23,5
Sommer	12,2
Herbſt	39,3

Selbſt in dem ſeitwärts liegenden Thale der Iſère zeigt uns M
nosque faſt dieſelbe Vertheilung. Je weiter wir aber nach N
den gehen, deſto mehr ändern ſich dieſe Verhältniſſe. Das M
tel der Meſſungen zu Orange, Viviers [19]) und Joyeuſe giebt
gende Größen:

Winter	19,8 Procent
Frühling	22,2
Sommer	17,8
Herbſt	40,2

Der warme Luftſtrom hat hier bereits viel von ſeinem Einf
verloren, die weſtlichen Winde werden nicht mehr in demſel

18) Silvabelle in Eph. Soc. Meteor. Palat. 1782. p. 500.
19) Flaugergues, welcher in ſeiner Unterſuchung den Winter
dem 1ſten Januar anfing, verkannte die Verhältniſſe für Viviers g
Bibl. univ. VIII, 180.

Grade von den Pyrenäen aufgehalten und die Vertheilung des Regens nähert sich mehr der im übrigen Frankreich. Noch weiter nördlich, in Bourg en Bresse, haben die Sommerregen bereits das Uebergewicht über die Winterregen, und eben dieses findet in dem seitwärts liegenden Toulouse Statt; das Uebergewicht der Herbstregen über die Sommerregen verschwindet endlich in der Nähe von Dijon. Aber Spuren dieser Einwirkung des africanischen Windes scheinen sich noch in Genf und den übrigen Orten der Schweiz zu zeigen.

Der Einfluß der Gebirge auf die ganze jährliche Regenmenge zeigt sich auch in dieser Gruppe sehr deutlich; da, wo der obere Luftstrom in seinem Vordringen gehindert wird, treffen wir reichlichere Niederschläge. In den Ebenen finden wir folgende Größen:

Beziers	16″	2‴,9
Montpellier	30.	4,9
Marseille	20.	7,5
Toulon	17.	5,9
Arles	22.	3,5
Nimes	23.	8,8
Manosque	21.	11,8
Orange	28.	5,2

Im Mittel also etwa 23″; schnell nimmt diese Größe weiter nördlich zu; wir finden nämlich bei

Viviers	33″	11‴,9
Bourg en Bresse	43.	3,9
Joyeuse	47.	8,0

Regenmengen, die schon im westlichen England bedeutend seyn würden. Aber bei Joyeuse, wo die Wassermenge am größesten ist, läßt sich die Einwirkung von Localursachen sehr leicht nachweisen. Dort kommen die meisten Regen mit Südwinden, in einer Entfernung von 5000 bis 6000^t nördlich von der Stadt erhebt sich der Tanargue als eine steile von O nach W streichende Mauer bis zu einer Höhe von 700 bis 800^t [20]). Wäre diese Kette

20) Annales de chimie XLII, 365.

nicht vorhanden, ſo würde die Vertheilung des Regens im Jahre wahrſcheinlich nahe dieſelbe ſeyn, als in Viviers und Bourg a Breſſe; nun aber ziehen die Wolken bei der höheren Temperatur des Sommers leichter über die Bergkette, als im Herbſte, daher ſchwächere Sommer- und ſtärkere Herbſtregen.

Dem Phyſiker, welchem ein hinreichender Vorrath nicht blos von monatlichen Mitteln, ſondern auch von Originalbeobachtungen zu Gebote ſteht, ſcheint eine nähere Unterſuchung der Regenverhältniſſe Italiens manche intereſſante Reſultate zu verſprechen. Schon früher hatte Toaldo die Regenmenge an ſehr vielen Orten Italiens verglichen [21]), da er aber nur die Größe des jährlichen Niederſchlages mittheilt, ſo iſt ſeine Arbeit für gegenwärtigen Zweck wenig brauchbar; es geht daraus nur hervor, daß die Menge des herabfallenden Waſſers in der Nähe der Gebirge ſehr groß wird, was auch die folgenden Tafeln hinreichend zeigen. Im Jahre 1825 hat Schouw, welcher auf ſeinen Reiſen in Italien ſehr viele Meſſungen über dieſen Gegenſtand ſammelte, denſelben näher unterſucht, und ſeine Arbeit ſcheint viele Belehrungen zu verſprechen; bis jetzt kenne ich jedoch nur durch einen kurzen Auszug [22]). Er macht darin auf den großen Einfluß der die Halbinſel durchziehenden Bergkette aufmerkſam und zeigt die ungleichen Verhältniſſe in den verſchiedenen Becken. Die jährliche Regenmenge beträgt am untern ſüdlichen Rande der Alpen, ſo wie am Fuße dieſer Kette in der lombardiſchen Ebene, im Mittel 54″ — 55″, an manchen Orten 80″—90″; mitten auf der großen Ebene 36″—37″, nirgends überſteigt ſie hier die Größe von 45″; am ſüdlichen Theile dieſer Ebene ſteigt ſie am Fuße der Apenninen bis zu 27″—28″, wird aber nirgends größer als 32″. In dem öſtlichen Theile dieſer Ebene iſt der Regen ſtärker als im weſtlichen; ſo findet man am Fuße der Alpen öſtlich vom Garda-See im Mittel 58″—59″, während die weſtlicher liegenden Gegenden nur 39″—40″ geben. Am ſüdlichen Fuße der Apenninen, da wo dieſe Kette ſich plötzlich nach Oſten wendet, ſo wie auf der Küſte

21) Journal de physique 1791.

22) Ferussac Bulletin, Mai 1826. p. 344. Tidsskrift for Naturvidenskaberne Nr. 12. p. 329. Pflanzengeographie S. 385.

von Genua ist die Regenmenge größer als auf der entgegengesetzten Seite, nach einem Mittel beträgt sie etwa 42″—43″; von Genua und Florenz endlich bis zum südlichen Italien nimmt diese Regenmenge bedeutend ab und sie erreicht hier nur die Größe von etwa 20″—21″.

Mir standen aus Italien nur zwei Journale zu Gebote, in denen die Beobachtungen einzeln mitgetheilt werden, nämlich das zu Padua von Toaldo und das zu Rom von Calandrelli, beide in den Mannheimer Ephemeriden; Aufzeichnungen von Mateucci zu Bologna in derselben Sammlung sind höchst unvollständig. Eben so konnte ich nur von wenigen Orten Messungen des Niederschlages erhalten, welche eine lange Reihe von Jahren fortgesetzt sind. Dasjenige, was ich mittheile, ist daher nur als flüchtiger Umriß für die climatischen Verhältnisse eines Landes anzusehen, in welchem Localursachen eine sehr bedeutende Rolle spielen.

Schon die Regenwinde weichen an den beiden erwähnten Orten sehr bedeutend von einander ab. Bezeichnen wir mit A und B dieselben Quotienten als oben, so erhalten wir folgende Größen:

Wind	Padua		Rom	
	A	B	A	B
N	33,5	5,6	16,2	12,3
NO	24,6	3,5	8,8	6,7
O	11,1	7,5	8,1	3,0
SO	5,1	9,4	12,1	3,8
S	5,6	11,9	18,0	4,7
SW	4,7	8,8	22,8	7,1
W	7,8	9,8	9,1	6,8
NW	9,6	9,7	4,9	9,0

Betrachten wir zuerst die Regenwinde ohne Berücksichtigung der Häufigkeit dieser Winde im Allgemeinen, so finden wir in Padua den Nordwind als feuchtesten, dagegen den Südwind als trockenen; in Rom erhalten wir eine Curve mit doppelter Krümmung, das größere Maximum fällt mit SW, das kleinere mit N zusammen. Berücksichtigen wir zugleich die Häufigkeit der Winde,

ſo darf in Padua der NO Wind nur etwa 4 Mal wehen, wenn es einmal regnen ſoll, dagegen iſt der Südwind der trockenſte. Umgekehrt verhält es ſich in Rom. Um die Anomalien zu entfernen, wollen wir den ſchon oben benutzten Ausdruck anwenden; demnach erhalten wir

$$\text{Padua: } R_n = 8{,}27 + 2{,}92 \sin(n.45^\circ + 237^\circ 14') + 1{,}76 \sin(n.90^\circ + 178^\circ 17')$$

$$\text{Rom: } R_n = 6{,}68 + 3{,}35 \sin(n.45^\circ + 125^\circ 7') + 1{,}80 \sin(n.90^\circ + 82^\circ 6')$$

In Padua iſt der trockenſte Wind S 18° O, er kann 11,2 Mal wehen, wenn es einmal regnen ſoll, der feuchteſte Wind dagegen fällt nahe mit NO zuſammen, es weht derſelbe nur 3,6 Mal wenn es einmal regnet. Es giebt nach dem obigen Ausdrucke noch zwei untergeordnete Extreme bei SW als feuchtem, und W als trockenſtem Winde, jedoch iſt die Krümmung der Curve in dieſer Gegend nur unbedeutend. Die Apenninenkette hält zum Theil die Dämpfe zurückgehalten, das Waſſer kommt vom adriatiſchen Meere. Aber der Nordwind begünſtigt hier vorzugsweiſe den Niederſchlag. Illud mirum, bemerkt bereits Toaldo [23]), cum pluviae ad nos afferantur ab austris, tempestates tamen pluvia hic regnare septentrionales ventos. Sed tenendum hosce ventos plagam mentiri, cum sint venti austri ab Alpibus reperçussi. Revera tempore pluvio cernuntur nubes plerumque a mari ad montes tendere, id est, ab Austro, vel Euronoto vel Euro ad Zephyroboream (qui superior ventus est verus ventus). Imo est hoc signum etiam populo notum pluviae venturae, cum nubes tendunt ad montes; contrarius motus signum est serenitatis.

In Rom liegt der feuchteſte Wind zwiſchen O und SO; kommt derſelbe aus S 80° O, ſo regnet es einmal, wenn er 2,4 Mal weht; bei dem trockenſten Winde, N 8° W, regnet es unter 11,3 Malen nur einmal.

Während die nördlichen von den Alpen kommenden Winde in Padua die feuchteſten ſind, erſcheinen dieſelben in Rom als die

23) Mannheimer Ephemeriden 1781. S. 294.

rockenſten; in beiden Fällen ſind Landwinde die Regen bringen-
en. Ich glaube, daß kalte Luftmaſſen, welche in Padua von
en Alpen, in Rom von den öſtlich liegenden Apenninen herab-
ürzen, Urſache davon ſind. Warme Luftmaſſen bewegen ſich
ber ihnen fort und an der Gränze beider entſteht dieſer Nieder-
chlag. Um jedoch zu prüfen, ob dieſe Anſicht naturgemäß ſey,
ürden Aufzeichnungen von mehr Orten erforderlich ſeyn, als
h benutzen konnte.

Iſt dieſe Hypotheſe richtig, ſo iſt wahrſcheinlich auch der
influß der verſchiedenen Wolkenarten auf die künftige Witterung
i Italien ein anderer, als in unſeren Gegenden. Vielleicht laſſen
ch auf dieſe Art einige Stellen der Alten erklären. Theo-
hraſt und nach ihm Aratus [24]) ſagen: vor Regen zeigen ſich
äufig Wolken wie wollige Vließe (νέφεα πόκοισιν ἐοικότα) zer-
reut; Virgil, Lucretius, Plinius [25]) und andere Rö-
ner nennen dieſe Wolkenart Vellera lanae. Schon ältere Philo-
ogen und nach ihnen Th. Forſter [26]) haben ſie mit den Schäf-
hen verglichen, und allerdings ſcheint der lockere Cirrocumulus
ieſe Bezeichnung am erſten zu verdienen. Dieſes ſichere Pro-
noſticon trifft jedoch in unſeren Gegenden ſelten ein. Aber was
eim Cirrocumulus unſerer Gegenden als wahrſcheinliche Hypo-
heſe aufgeſtellt wurde, das trifft hier faſt ſtets zu: ein warmer
uftſtrom bewegt ſich über einem kältern. Sollen hier aber über-
aupt Niederſchläge Statt finden, ſo wird die Wolkenbildung
ein anfangen, es werden ſich zuerſt einzelne Schäfchen zeigen;
dem die Luftmaſſen mit größerer Schnelligkeit von den Gebir-
n herabſinken, heben ſie die geſättigte Luft zu bedeutenderen
öhen, der Zuſtand der Sättigung wird immer mehr über-
ritten und es fällt Regen herab. Da die Lage Griechenlands
nau dieſelbe iſt, als die von Italien, ſo wird ſich der Vorgang
rt auf dieſelbe Art zeigen, als hier.

Die Regenmengen an verſchiedenen Orten giebt folgende
afel:

---

24) Arati Diosemeia 207.

25) Virg. Georg. I, 397. Lucret. de rer. nat. VI, 504. Plin. hist. nat. XVIII, 35.

26) Forſter Wolken S. 54 u. a. a. O.

Italien.

Monat	Palermo [27])	Rom [28])	Siena [29])	Florenz [30])
Januar	2″ 10‴,0	2″ 7‴,1	1″ 8‴,0	1″ 10‴,6
Februar	2. 2,6	2. 7,0	1. 5,7	3. 8,2
März	2. 11,8	2. 10,7	3. 1,0	3. 10,2
April	1. 3,4	2. 3,5	2. 2,1	2. 6,8
Mai	0. 9,5	2. 1,4	3. 1,5	1. 8,5
Junius	0. 5,7	1. 5,0	2. 6,0	1. 3,2
Julius	0. 2,6	0. 5,1	2. 2,1	2. 2,3
Auguſt	0. 5,4	1. 0,1	1. 2,0	1. 6,4
Septbr.	2. 0,6	1. 8,9	3. 9,7	3. 3,8
October	2. 3,4	4. 2,3	3. 8,4	5. 1,4
Novbr.	2. 1,4	4. 1,5	4. 0,0	3. 4,8
Decbr.	3. 1,1	3. 11,1	3. 2,1	8. 3,3
Jahr	20. 9,5	29. 8,7	32. 0,6	38. 9,5
Winter	39,1	31,0	19,7	35,7
Frühling	24,3	24,9	26,2	20,9
Sommer	5,5	9,7	18,2	12,9
Herbſt	31,1	34,3	36,9	30,5

Monat	Genua [31])	Bologna [32])	Chioja [33])	Rovigo [34])
Januar	3″ 3‴,6	3″ 3‴,4	2″ 10‴,6	4″ 0‴,6
Februar	2. 6,8	3. 1,4	2. 0,0	2. 3,3
März	3. 0,8	3. 3,3	2. 0,6	3. 3,1
April	2. 7,6	1. 7,4	1. 7,6	2. 3,2
Mai	2. 0,3	0. 4,7	2. 9,7	2. 11,0
Junius	0. 4,4	0. 7,8	3. 2,3	1. 10,0
Julius	0. 3,7	0. 3,8	1. 10,3	1. 0,8
Auguſt	2. 11,9	1. 2,4	1. 0,2	1. 5,5
Septbr.	4. 11,0	2. 11,5	6. 0,0	3. 10,0
October	7. 2,4	4. 0,4	4. 2,4	3. 11,1
Novbr.	3. 5,0	4. 7,0	1. 4,4	0. 8,4
Decbr.	6. 2,7	3. 8,3	1. 8,8	3. 2,9
Jahr	44. 5,2	29. 1,4	30. 8,9	30. 9,9
Winter	27,2	34,7	21,5	31,0
Frühling	28,6	18,1	21,1	27,4
Sommer	9,2	7,4	19,4	14,3
Herbſt	35,0	39,8	38,0	27,3

27) 20jähr. Beob. (1796—1815) von Scina bei Balbi Essai sur Portugal I, 119.

28) 20jähr. Beob. von Galandrelli bei Buch in Gilbert's Annalen XXIV, 239.

29) 10jähr. Beob. (1755—64) von den Mitgliedern der Acad. zu Cortona bei Cotte Mém. II, 554.

30) 2jähr. Beob. (1783—84) von Tartini, mitgetheilt von Toaldo in den entſprechenden Jahrgängen der Mannh. Ephem.

31) 2jähr. Beob. (1783—84) bei Toaldo l. l.

32) 4jähr. Beob. aus den Mannheimer Ephemeriden bei Gasparis.

33) 3jähr. Beob. (1780, 83, 84) von Vianelli bei Cotte Mém. II, 309. u. Toaldo l. l.

34) 2jähr. Beob. (1783—84) von Gittadini bei Toaldo l. l.

Monat	Verona [35])	Trient [36])	Padua [37])	Vicenz [38])	Maroſtica [39])
Januar	2″ 7‴,5	0″ 5‴,8	2″ 2‴,2	3″ 7‴,3	1″ 10‴,8
Februar	1. 5,1	1. 8,5	1. 9,6	2. 6,9	1. 10,9
März	2. 5,6	5. 2,1	2. 5,8	4. 4,8	4. 5,4
April	2. 9,7	3. 10,9	3. 3,3	2. 8,3	3. 0,2
Mai	3. 6,2	1. 5,6	3. 4,5	2. 11,3	3. 9,6
Junius	2. 11,8	3. 0,7	3. 5,7	3. 6,1	6. 3,8
Julius	3. 4,4	0. 7,3	2. 8,0	1. 11,9	2. 0,4
Auguſt	2. 8,3	2. 6,6	2. 8,4	2. 10,4	4. 8,3
Septbr.	2. 9,8	2. 7,9	3. 1,0	6. 1,6	4. 5,8
October	4. 9,1	3. 2,5	4. 1,3	5. 5,3	4. 3,8
Novbr.	2. 9,8	5. 2,6	2. 9,6	1. 2,8	0. 11,3
Decbr.	4. 3,4	3. 3,7	2. 7,2	3. 8,0	3. 0,2
Jahr	34. 6,7	33. 4,2	34. 6,6	41. 0,7	40. 10,5
Winter	18,3	16,5	19,0	24,0	16,7
Frühling	25,4	31,6	26,4	24,4	27,6
Sommer	26,1	18,7	25,6	20,4	31,9
Herbſt	30,2	33,2	29,0	31,2	23,8

Monat	Udine [40])	Conegliano [41])	Tolmezzo [42])	Mantua [43])	Mailand [44])
Januar	3″ 10‴,7	2″ 7‴,9	4″ 0‴,2	2″ 3‴,0	2″ 8‴,1
Februar	5. 2,2	2. 4,6	3. 11,1	1. 7,0	1. 10,9
März	7. 1,2	6. 9,7	13. 9,0	2. 2,0	2. 2,0
April	4. 11,2	2. 7,6	4. 5,6	2. 7,0	2. 10,8
Mai	3. 11,0	3. 4,8	4. 5,9	3. 1,0	3. 6,1
Junius	7. 10,1	6. 1,2	8. 3,3	1. 7,0	3. 0,1
Julius	3. 8,8	2. 4,2	3. 10,0	2. 6,0	2. 7,7
Auguſt	4. 0,9	3. 10,5	4. 9,3	2. 7,0	2. 9,8
Septbr.	4. 7,5	4. 5,9	4. 11,1	2. 2,0	3. 0,0
October	8. 4,4	5. 10,7	7. 4,5	2. 6,0	3. 10,6
Novbr.	1. 11,8	0. 10,3	1. 2,4	3. 3,0	4. 1,3
Decbr.	3. 11,0	2. 9,6	9. 0,1	2. 5,0	2. 10,7
Jahr	59. 6,8	44. 3,0	70. 0,5	28. 8,0	35. 6,1
Winter	21,8	17,9	24,2	21,8	21,1
Frühling	26,8	29,0	32,4	27,3	24,1
Sommer	26,2	28,0	24,1	23,0	23,9
Herbſt	25,2	25,1	19,3	27,9	30,9

35) 9jähr. Beob., nämlich 1788—93 von Cagnoli in den Mem. della Soc. Ital. und 1812—14 in den Osservaz. Meteor. agron. i Verona.

36) 2jähr. Beob. (1783—84) von Eberle bei Toaldo.

37) 40jähr. Beob., mitgetheilt von Toaldo im Journ. de phys. T. X.

38) 2jähr. Beob. (1783—84) bei Toaldo l. l.

39) 4jähr. Beob. (1777, 80, 83, 84) von Chiminello bei Cotte Mém. II, 418. und Toaldo l. l.

40) 2jähr. Beob. (1783, 84) von Asquini bei Toaldo.

41) 2jähr. Beob. (1783, 1784) Graziani bei Toaldo.

42) 2jähr. Beob. (1783, 84) von Spangaro bei Toaldo.

43) 7jähr. Beob. (1766—72) Asti bei Cotte Mém. II, 417.

44) 54jähr. Beob. (1763—1817) auf der Sternwarte, bei Césaris in Mem. della Soc. Ital. T. XVIII, Fisica p. 73.

Monat	Turin [45]	Brescia [46]	Bergamo [47]	Salo [48]	St. Bernhard [49]
Januar	2″ 5‴,0	1″ 9‴,5	1″ 11‴,0	1″ 2‴,5	4″ 7‴,7
Februar	0. 9,6	2. 1,0	1. 8,8	1. 2,5	6. 11,7
März	2. 1,1	4. 2,0	3. 10,6	4. 10,6	5. 8,0
April	4. 3,2	2. 0,5	1. 8,8	1. 11,6	4. 4,4
Mai	4. 1,1	3. 7,5	4. 7,1	4. 4,7	2. 11,5
Junius	4. 4,1	3. 6,0	3. 8,9	3. 2,7	3. 6,6
Julius	3. 5,1	2. 5,5	2. 10,8	1. 1,6	5. 2,5
August	2. 7,3	5. 5,0	7. 11,0	5. 6,2	5. 6,8
Septbr.	2. 6,4	4. 10,0	4. 4,8	7. 11,0	4. 3,4
October	3. 4,0	5. 4,5	5. 4,2	3. 4,8	3. 3,7
Novbr.	2. 11,8	0. 9,3	1. 7,5	0. 9,9	3. 4,2
Decbr.	1. 11,6	4. 11,5	3. 9,5	3. 8,7	4. 11,5
Jahr	24. 10,3	41. 0,3	43. 7,0	39. 4,8	54. 10,0
Winter	14,9	21,5	17,1	15,6	30,2
Frühling	30,0	24,0	23,4	28,5	23,7
Sommer	29,9	27,7	33,4	25,1	26,1
Herbst	25,2	26,8	26,1	30,8	20,0

So abweichend auch die Vertheilung des Regens an diesen verschiedenen Orten ist, so zeigt sich doch an den meisten ein Streben keine Sommerregen zu haben; die Größe des Niederschlages nimmt an vielen Punkten bis zum Mai zu und wird sodann im Junius, Julius und August kleiner. Aber nur Palermo, Rom und Genua zeigen uns die Erscheinungen, welche durch den heißen Luftstrom bedingt werden, in ihrer reinsten Gestalt [50]; in Siena und Florenz haben die benachbarten Höhenzüge schon eine Störung dieser allgemeinen Vertheilung erzeugt. Verwickelter sind die Erscheinungen auf der Ebene zwischen Alpen und Apenninen;

45) 4jähr. Beob. (1803—6) von Bonin, mitgetheilt von Vassali Eandi in den Mém. de Turin pour 1805—1808. p. 25.

46) 2jähr. Beob. (1783—84) Rodella bei Toaldo.

47) 2jähr. Beob. (1783—84) von Mascheroni bei Toaldo.

48) 2jähr. Beob. (1783—84) von Avanzini bei Toaldo.

49) 9jähr. Beob. aus der Bibl. univ. bei Gasparin.

50) Schouw, welcher auf eben diesen Umstand aufmerksam macht, ist geneigt, das Phänomen mit den Passaten in Verbindung zu setzen, indem diese bei nördlicher Declination der Sonne weit nach Norden rücken, und daher das Vorherrschen der nördlichen Winde und trine Regen, da der Regen erzeugende SW dann nicht weht. Tidsskrift for Naturv. No. 12. p. 334. Mir scheint es viel wahrscheinlicher, daß die oben gegebene Ansicht über Entstehung der Nordwinde und de Regenlosigkeit des Sommers die richtigere sey.

igen; das Vorherrschen der Winterregen vor den Sommerregen eweist dieses um so mehr, da die höheren Punkte im südlichen Deutschland eine entgegengesetzte Vertheilung zeigten. Es ist doch die Frage, ob die von Gasparin berechneten Regenmengen ein hinreichendes Zutrauen verdienen, denn in dem Tageruche selbst wird in der Bibliothèque universelle nur die Höhe es herabgefallenen Schnees angegeben, es ist mir aber unbekannt, wie daraus die Wassermenge hergeleitet worden ist.

So haben wir in Europa in Beziehung auf die Vertheilung es Regens vorzugsweise zwei Gruppen von Climaten kennen gerent, die des mittleren und die des südlichen Europa; während jener die Sommerregen das Uebergewicht haben, herrschen in eser Winter- und Herbstregen. Wir werden zwar erst in der olge den wichtigen Einfluß kennen lernen, welchen die Hydrometeore auf die Temperatur haben, aber schon eine oberflächliche etrachtung zeigt hinreichend, daß sich die Temperatur und die elligkeit des Sonnenlichtes im Sommer dann am meisten ändere, enn heitere und Regentage wechseln. Wo also die Sommergen fehlen oder nur klein sind, werden diese Oscillationen geinger; ohne daß die mittlere Wärme einen bedeutend höheren rad erreicht, befolgt sie einen regelmäßigeren Gang. Erwägen ir nun, daß Licht, Wärme und Feuchtigkeit die wichtigsten omente für das Pflanzenleben sind, dann wird begreiflich, daß e Floren in den beiden Hauptgruppen von Climaten sehr beutende Differenzen zeigen müssen.

Schon längst ist darauf aufmerksam gemacht, daß die ora des südlichen Frankreichs bedeutend von der des mittleren weiche [51]); Pflanzen, die in großer Menge am Meeresufer achern, kommen bei Lyon nicht mehr fort; die mittlere Jahresirme dieser Gegenden ist wenig verschieden: hierin kann der rund der Differenz nicht liegen, eben so wenig in der geognostien-Verschiedenheit des Bodens. Wenn Pflanzen auch vorzsweise auf einer Gesteinart fortkommen und auf andern fehlen, werden dadurch zwar Differenzen in der Vertheilung dieser pecies erzeugt, nie aber wird der Charakter der ganzen Flora indert. De Candolle hat im zweiten Bande der Flore

51) Lamark et De Candolle Flore française T. II. p. V.

française eine Karte von Frankreich geliefert, auf welcher m
mit Ausſchluß der Gebirgsgegenden drei Floren unterſcheidet, d
des ſüdweſtlichen Frankreich (Bordeaux, Toulouſe, la Rochell
die des mittleren Frankreich und endlich die des ſüdlichen Rhone
thales. Man darf aber dieſe einzelnen Regionen nur mit den ebe
gegebenen Regenverhältniſſen vergleichen, um ſich zu überzeugen
daß letztere die Hauptrolle dabei ſpielen.

Eine völlig ähnliche Differenz zeigt uns Italien. In der Nä
von Genua gedeihen Palmen [52]), nicht ſowohl weil ſie durch die Al
pen vor den Nordwinden geſchützt werden, da dieſe wahrſcheinlich
eben ſo vorherrſchend ſind, als in Padua, oder weil die Linien gle
cher Wärme hier eine bedeutende Biegung erleiden [53]), ſondern weil
die Sommerregen und damit die häufigen Temperaturdepreſſionen
in dieſer Jahreszeit fehlen. Daher iſt die Flora von Genua eine
ganz andere als die von Piemont [54]); nicht die zwiſchenliegende
Bergkette verhindert die Wanderung der Pflanzen, letztere wird
nur mittelbar, indem ſie eine Verſchiedenheit der Climate be
dingt. Auch bemerkt bereits Sauſſure die Differenz, welche
die Alpen erzeugen. Bei Aoſta traf er die Celtis australis und
viele Kräuter, welche nördlich von den Alpen nicht wachſen,
namentlich Cynosurus echinatus, Chenopodium botrys, Cyno-
nigricans, Salsola prostrata; der Wein iſt hier trefflich, und das
Vorkommen vieler Thiere warmer Länder (Cicaden, Mantis re-
giosa etc.) beweiſt die große Differenz des Clima's [55]).

Eben dieſer Einfluß des warmen Luftſtromes läßt ſich in
den Höhen nachweiſen, in denen einzelne Pflanzen auf den Alpen
noch gedeihen. Wenn auch auf den ſüdlichen Abhängen der
Bergkette die Regen im Sommer reichlicher werden, ſo treffen
wir hier doch mehr eine Annäherung an das italieniſche, auf den
nördlichen Abhängen eine Annäherung an das deutſche Clima.
Daher liegen die oberen Gränzen vieler Gewächſe in Wallis
und Savoyen bedeutend höher, als im nördlichen Theile der Al
pen. Nach den Meſſungen von Horner und Buch verſchwin

52) Annales du Museum d'hist. nat. de Paris XI, 219.
53) Humboldt im Mém. d'Arcueil III, 537.
54) Schouw Pflanzengeographie. S. 183.
55) Sauſſure Reiſen IV, 175. §. 982 u. 985.

zeigen; das Vorherrschen der Winterregen vor den Sommerregen beweist dieses um so mehr, da die höheren Punkte im südlichen Deutschland eine entgegengesetzte Vertheilung zeigten. Es ist jedoch die Frage, ob die von Gasparin berechneten Regenmengen ein hinreichendes Zutrauen verdienen, denn in dem Tagebuche selbst wird in der Bibliothèque universelle nur die Höhe des herabgefallenen Schnees angegeben, es ist mir aber unbekannt, wie daraus die Wassermenge hergeleitet worden ist.

So haben wir in Europa in Beziehung auf die Vertheilung des Regens vorzugsweise zwei Gruppen von Climaten kennen gelernt, die des mittleren und die des südlichen Europa; während in jener die Sommerregen das Uebergewicht haben, herrschen in dieser Winter- und Herbstregen. Wir werden zwar erst in der Folge den wichtigen Einfluß kennen lernen, welchen die Hydrometeore auf die Temperatur haben, aber schon eine oberflächliche Betrachtung zeigt hinreichend, daß sich die Temperatur und die Helligkeit des Sonnenlichtes im Sommer dann am meisten ändere, wenn heitere und Regentage wechseln. Wo also die Sommerregen fehlen oder nur klein sind, werden diese Oscillationen geringer; ohne daß die mittlere Wärme einen bedeutend höheren Grad erreicht, befolgt sie einen regelmäßigeren Gang. Erwägen wir nun, daß Licht, Wärme und Feuchtigkeit die wichtigsten Momente für das Pflanzenleben sind, dann wird begreiflich, daß die Floren in den beiden Hauptgruppen von Climaten sehr bedeutende Differenzen zeigen müssen.

Schon längst ist darauf aufmerksam gemacht, daß die Flora des südlichen Frankreichs bedeutend von der des mittleren abweiche [51]); Pflanzen, die in großer Menge am Meeresufer wuchern, kommen bei Lyon nicht mehr fort; die mittlere Jahreswärme dieser Gegenden ist wenig verschieden: hierin kann der Grund der Differenz nicht liegen, eben so wenig in der geognostischen Verschiedenheit des Bodens. Wenn Pflanzen auch vorzugsweise auf einer Gesteinart fortkommen und auf andern fehlen, so werden dadurch zwar Differenzen in der Vertheilung dieser Species erzeugt, nie aber wird der Charakter der ganzen Flora geändert. De Candolle hat im zweiten Bande der Flore

51) Lamark et De Candolle Flore française T. II. p. V.

Unterbrechung. Die große Trockenheit des Oſtwindes hat ihren Grund wohl darin, daß die Ungleichheiten einzelner Jahre noch nicht entfernt ſind.

Die wenigen Meſſungen des Niederſchlages enthält die folgende Tafel.

Monat	Cambridge [58])		Weſt-Cheſter [59])		Charlestown [60])		Marietta [61])	
Januar	3″	7‴,9	2″	7‴,5	2″	2‴,2	1″	10‴,9
Februar	3.	1,1	3.	3,2	3.	4,4	4.	8,5
März	2.	10,2	3.	10,0	2.	9,6	4.	4,5
April	3.	1,9	3.	2,0	1.	7,4	3.	8,6
Mai	4.	10,2	4.	3,3	3.	5,1	2.	4,1
Junius	1.	9,2	4.	1,5	4.	7,5	4.	3,2
Julius	2.	1,2	4.	1,8	5.	1,7	4.	6,7
Auguſt	1.	11,4	4.	2,4	7.	1,4	2.	3,0
Septbr.	3.	11,7	3.	10,3	5.	11,4	1.	1,5
Octbr.	3.	3,1	3.	6,0	2.	10,3	3.	0,6
Novbr.	1.	7,5	3.	4,7	2.	1,1	1.	6,0
Decbr.	4.	2,8	3.	7,4	3.	9,6	5.	3,0
Jahr	36.	6,2	44.	0,1	44.	11,7	39.	0,6
Winter	30,1		21,6		20,8		30,4	
Frühling	29,7		25,6		17,4		26,8	
Sommer	16,0		28,4		37,5		28,4	
Herbſt	24,2		24,4		24,2		14,4	

Nur Cambridge zeigt uns Verhältniſſe, welche einigermaßen die von England erinnern; ſchwache Sommer-, ſtärkere Herbſt- und Winter-Regen, jene aber haben in Weſt-Cheſter und noch mehr in Charlestown das Uebergewicht. Lining (l. l.) bemerkt, daß in Charlestown die Regen im Sommer beſonders bei Gewitter reichlich ſind; künftige Beobachtungen an einer größeren Zahl von Orten müſſen entſcheiden, ob wir in America vielleicht einen un-

58) 2jähr. Beob. (1785—86) von Williams in den Mannh. Ephem.

59) 10jähr. Beob. (1818—27) von Darlington in Silliman's Americ. Journ. of Sc. XIV, 29. Der Ort liegt 25 engl. Meil. weſtlich von Philadelphia. Die jährliche Regenmenge iſt in Philadelphia geringer (ibid. 395), wovon der Grund wahrſcheinlich in den Höhenzügen bei Weſt-Cheſter liegt.

60) In Süd-Carolina. 15jähr. Beob. (1738—52) von Lining in Phil. Trans. for 1753. p. 284.

61) In Ohio. 2jähr. Beob. (1826—27) von Hildreth in Silliman's Journ. XIV, 63. Nach 8jähr. Beob. (1818—25) von Joſeph Wood beträgt die jährliche Regenmenge 40″ 1‴,3; die in den einzelnen Monaten gefundenen Größen ſind jedoch nicht mitgetheilt.

nerklichen Uebergang von den Regenverhältnissen höherer Breiten u denen der Aequinoctialgegenden finden, wie die obigen Messun-gen nebst denen in der Havannah zu beweisen scheinen, oder ob wischen beiden eben so wie im südlichen Europa eine Region mit nbedeutenden Sommerregen (Portugal) vorhanden ist. Da die W.nde in dem südlichen Theile der vereinigten Staaten nur im Sommer vorzugsweise vom südlichen Meere kommen (S. 240), o wäre es möglich, daß gerade dann die Niederschläge reichlicher würden und zwar desto mehr, je weiter wir nach Süden gehen, . h. je entschiedener die Winde alsdann vom atlantischen Meere ommen.

Die Verhältnisse zu Marietta im Staate Ohio weichen völ-ig von denen in Europa ab; man sollte schwache Winter- und nehrfach stärkere Sommer-Regen erwarten, die obige Tafel eigt das Gegentheil. Aus den Messungen an einem einzigen Orte läßt sich jedoch über die Verhältnisse eines großen Landes im so weniger ein allgemeines Resultat herleiten, da sie nur wei Jahre umfassen, die zufälligen Anomalien also noch nicht ntfernt sind. So sind die Regenmengen im Februar in beiden Jahren 3″,65 (engl.) und 6″,38; im December 2″,70 und ″,50; hätten wir mithin nur die zuerst gegebenen Größen benutzt, o würden wir eine ganz andere Vertheilung gefunden haben.

Dagegen findet das für Europa gefundene Gesetz, daß an er Küste vorzugsweise Winterregen, tiefer landeinwärts Som-nerregen angetroffen werden, noch in anderen Gegenden der Erde Statt. In Neu-Holland z. B. tritt die Regenzeit der östlich von den blauen Bergen liegenden Gegenden während der Wintermonate ein, östlich von dieser Bergkette geschieht es im Sommer. Oxley erklärt diese Erscheinung daraus, daß die m Winter vorherrschenden Westwinde die vom Meere aufsteigen-den Dünste dahin zurücktreiben, diese aber von der östlichen Basis der blauen Berge angezogen, sich dort als Regen niederschlagen; die im Sommer anhaltenden Ostwinde treiben diese Dünste aber über die blauen Berge, deren westliche Basis sie dann anzieht [62]).

62) Cunningham Zwei Jahre in Neu-Südwales S. 99. Der Wech-sel der Winde ist hier ähnlich dem in Nordamerica (S. 240) und an dem Nordrande von Afrika (S. 201); die Ursache ist dieselbe, als dort.

Sollte dieſe Thatſache einſt durch ſorgfältige Meſſungen beſtätig werden, ſo würden wir hier in einem kleinen Raume daſſel Verhalten finden, als in Scandinavien, und der Grund iſt au derſelbe. Im Winter halten die Berge nebſt den von ihn herabſinkenden Winden die niedriger ziehenden Wolken und Dämp auf, im Sommer können letztere darüber fortgehen.

Eben ſo ſcheint das Verhalten an der Weſtküſte von Am rica zu ſeyn. In Californien iſt das Clima bei der ruſſiſchen Co lonie Roß ſehr mild, aber der häufige Nebel an dieſer Küſt läßt die Gartengewächſe nicht gedeihen. Einige Werſt tiefer i Lande, wohin der Nebel nicht dringt, kommen die meiſten ſüd lichen Pflanzen gut fort. Im Sommer iſt dort der NW Wi der vorherrſchende und bei dieſem regnet es nie [63]). Daſſelb gilt von Südamerica. In Conception iſt der Winter die Jahre zeit des Regens [64]), während das Anſchwellen der Flüſſe im Som mer zeigt, daß dann die naſſe Jahreszeit im Innern eingetre ſey [65]). Auch bemerkt Molina ganz beſtimmt, daß es Chili im Winter, öſtlich von den Anden im Sommer regne, w rend es in der letzteren Jahreszeit in Chili heiter iſt [66]); der S der häufigen Regen im Mai, Junius, Julius und Auguſt ſe derſelbe zu ſeyn, welcher oben für Europa angegeben wurd ohne daß wir mit Lambert [67]) annehmen dürfen, daß bei ſüd licher Declination der Sonne die öſtlichen Abhänge der Ky die Dämpfe des atlantiſchen Meeres erhalten, während bei nördlicher die dann vorherrſchenden Weſtwinde die Dämp des großen Oceans an der weſtlichen Seite der Anden ab denſiren. In den höheren Breiten, wo die Küſte von Sü america vielfach zerriſſen und ausgezackt iſt, ſcheinen ähnlich Verhältniſſe angetroffen zu werden, als in den Fiorden von N wegen; die Chiloe-Inſeln, der Archipel Madre de Dios und d Weſtküſte von Magellan's-Land gleichen wegen des vielen Reg einem ungeheuren Sumpfe [68]).

63) Kotzebue Neue Reiſe II, 68 u. 70.
64) Stevenſon Reiſen in Arauco I, 64.
65) Ibid. I, 99.
66) Molina Naturgeſch. von Chili S. 20.
67) Annales de chimie XLII, 397.
68) Lambert l. l.

Diese Aenderung der Regenverhältnisse bei dem Uebergange on Europa's Westküste in das Innere des Continents vermögen ir auch noch zu erkennen, wenn wir die Zahl der Regentage it einander vergleichen; dieser Uebergang erfolgt jedoch lang- mer, und erst das Innere von Sibirien in Vergleich mit Eng- nd läßt uns diesen Gegensatz des Continental- und See-Clima's eutlich erkennen. Ich will in der folgenden Tafel die Aufzeich- ungen dieser Art mittheilen, wähle jedoch unter einer großen enge von Orten nur diejenigen aus, an denen entweder bereits e Höhe des Regenwassers angegeben wurde, oder die mir wegen ideren Verhältnisse interessant schienen.

England.

Monat	Insel Man	Penzance	Lancaster	New-Malton	Kinfauns Castle
Januar	9,8	16,0	15,5	11,4	18,3
Februar	11,0	14,9	11,5	8,1	13,1
März	13,5	13,3	13,8	14,0	13,0
April	9,8	10,8	12,8	11,0	11,1
Mai	10,5	13,0	14,3	12,1	14,3
Junius	7,0	9,4	11,2	8,9	10,0
Julius	9,0	11,6	12,3	8,9	12,5
August	14,7	12,7	13,7	10,7	10,7
Septbr.	13,5	12,0	15,5	11,4	11,9
October	15,7	15,3	16,8	11,2	11,7
Novbr.	15,5	17,0	13,5	14,4	12,5
Decbr.	15,5	18,2	16,8	13,1	14,4
Jahr	145,5	164,2	167,7	135,2	148,5
Winter	25,0	29,9	26,1	24,1	27,5
Frühling	23,2	22,6	24,4	27,4	25,9
Sommer	21,1	20,5	22,3	21,1	22,3
Herbst	30,7	27,0	27,8	27,4	24,3

Im Mittel finden wir also in England 152 Regentage im ahre; von diesen kommen auf den

Winter	26,5 Procent
Frühling	24,7
Sommer	21,5
Herbst	27,3

s hat mithin der Herbst entschiedenes Uebergewicht; im Som- er sind die wenigsten Regentage, gerade so wie die Menge des erabgefallenen Wassers am kleinsten war. Sehen wir die Zahl

den Regentage im Winter als Einheit, so ist die im Sommer 0,80.

Vergleichen wir diese Zahl der Regentage mit den oben gegebenen Regenmengen, so finden wir, daß die an einem Tage herabfallende Menge Wasser nicht in allen Jahreszeiten gleich ist. Dividiren wir nämlich mit der Zahl der Regentage in die gefundenen Wassermengen, so erhalten wir folgende Größen:

Monat	Insel Man	Penzance	Lancaster	New-Malton	Kinfauns-Castle
Januar	3‴,1	2‴,5	2‴,5	2‴,2	1‴,9
Februar	2,4	2,2	2,9	2,5	1,4
März	2,2	2,7	1,4	1,5	1,2
April	2,9	1,7	1,8	2,5	1,9
Mai	1,5	2,4	1,9	2,7	1,9
Junius	2,9	2,4	2,5	2,7	1,9
Julius	2,5	2,5	3,8	2,8	2,0
August	2,7	2,7	3,8	2,9	2,4
September	2,6	2,8	2,7	2,3	1,7
October	3,4	3,6	2,8	3,1	2,1
November	3,6	2,9	3,2	2,4	2,3
December	3,6	3,2	2,7	2,8	2,0
Jahr	2,8	2,6	2,7	2,5	1,9
Winter	3,0	2,6	2,7	2,5	1,8
Frühling	2,2	2,3	1,7	2,2	1,7
Sommer	2,7	2,5	3,4	2,8	2,1
Herbst	3,2	3,1	2,9	2,6	2,0

Nehmen wir das Mittel, so erhalten wir

Winter	3‴,52
Frühling	2,02
Sommer	2,70
Herbst	2,76

Nahe eben so groß ist die Zahl der Regentage im westlichen Frankreich und den Niederlanden. Wir finden hier folgende Größen:

Monat	Bordeaux [68])	la Rochelle	la Rochelle	Dax [69])	Oleron [70])	St. Maurice le Girard	Franeker	Rotterdam	Breda	Middelburg
Januar	13	14	12	12	11	10	10,5	17	9	15,2
Februar	12	11	13	9	12	11	11,3	15	12	14,2
März	10	12	11	4	13	11	10,1	15	9	15,3
April	14	11	11	18	11	13	13,0	14	11	10,8
Mai	12	12	13	15	10	16	18,5	16	10	10,2
Junius	15	12	11	10	9	13	13,5	12	14	11,8
Julius	12	12	11	8	10	11	15,4	16	13	12,1
August	10	9	9	10	7	10	14,1	14	9	15,6
Septbr.	11	12	11	14	10	9	16,8	16	17	14,4
October	14	13	15	11	8	12	17,2	19	27	14,4
Novbr.	16	14	14	17	13	16	17,3	21	10	16,0
Decbr.	11	14	15	7	9	12	14,7	13	17	13,2
Jahr	150	146	146	135	123	144	172,4	187	158	163,2
Winter	24,0	26,7	27,4	20,7	26,0	22,9	21,2	24,1	24,0	26,1
Frühling	24,0	25,2	23,9	27,5	27,6	27,8	24,1	24,1	19,0	22,2
Sommer	24,7	22,5	21,2	20,7	21,1	23,6	24,9	21,9	22,8	24,2
Herbst	27,3	25,6	27,4	31,1	25,3	25,7	29,8	29,9	34,2	27,5

Im Mittel erhalten wir 152,5 Regentage während des Jahres; davon kommen auf den

Winter	24,3 Procent
Frühling	24,5
Sommer	22,8
Herbst	28,4

ben so wie in England ist also der Herbst vorherrschend. Sehen ir die Zahl der Regentage im Winter als Einheit an, so ist die i Sommer 0,934, etwas größer als in England.

---

68) 10jähr. Beob. (1775—84) von Sarreau bei Cotte Mém. II, 269.

69) 5jähr. Beob. (1780—84) von Dufau bei Cotte Mém. II, 322.

70) In Bearn; 4jähr. Beob. (1782—85) von le Roy bei Cotte Mém. II, 322. — Für die übrigen Orte sind die Quellen bereits bei den Regenmengen angegeben.

Folgende Tafel enthält die Menge des an einem Regentage herabfallenden Waſſers:

Monat	Bordeaux	la Rochelle	la Valterie	St. Maurice le Girard	Francker	Rotterdam	Breda	Middelburg
Januar	2‴,2	2‴,1	1‴,7	2‴,0	2‴,1	1‴,1	2‴,2	2‴,0
Februar	1,8	1,9	1,7	2,1	2,1	0,8	1,5	1,4
März	1,7	1,6	1,6	0,7	1,8	0,9	1,6	1,2
April	1,5	1,6	1,8	0,6	1,2	1,4	1,2	1,0
Mai	2,0	1,7	1,8	1,4	1,3	1,5	2,6	1,3
Junius	2,0	1,6	1,4	1,8	2,0	1,4	1,6	2,2
Julius	1,8	1,7	1,9	1,1	2,4	1,7	2,6	1,9
August	1,9	1,7	1,8	1,7	2,4	2,2	1,6	3,0
Septbr.	1,7	2,3	2,2	2,2	2,1	2,2	2,2	2,7
October	2,0	2,8	2,7	3,4	1,9	1,3	0,9	2,3
Novbr.	1,9	2,5	2,2	2,5	2,5	1,0	4,2	1,7
Decbr.	2,7	2,2	2,3	3,2	2,0	0,9	1,8	1,2
Mittel	1,9	1,9	2,0	1,9	2,0	1,4	2,0	1,8
Winter	2,2	2,0	1,9	2,4	2,1	0,9	1,8	1,5
Frühling	1,7	1,6	1,8	0,9	1,4	1,3	1,8	1,2
Sommer	1,9	1,7	1,7	1,5	2,3	1,8	1,9	2,4
Herbſt	1,9	2,5	2,4	2,7	2,2	1,5	2,4	2,2

Die Waſſermenge, welche an einem Regentage herabfällt, beträgt demnach im Durchſchnitte

Winter	1‴,85
Frühling	1,46
Sommer	1,90
Herbſt	2,23

Die tägliche Regenmenge iſt etwas geringer als in England, aber das Verhältniß zwiſchen den einzelnen Jahreszeiten iſt nahe daſſelbe geblieben.

Für das Innere von Frankreich und den Niederlanden gilt folgende Vertheilung der Regentage während des Jahres:

Monat	Poitiers	Paris	Montmorenci	Brüssel	Troyes	Mühlhausen	Hagenau
Januar	10	11,2	12	14,8	12	13	15
Februar	8	11,9	12	13,3	10	11	13
März	7	11,6	11	11,9	9	10	10
April	8	12,3	12	11,2	16	19	17
Mai	10	14,9	13	13,6	13	16	16
Junius	9	14,6	13	12,7	10	13	8
Julius	7	14,9	13	15,1	10	12	10
August	6	11,1	10	11,1	12	15	16
Septbr.	8	13,1	12	12,2	11	13	13
October	9	13,9	12	13,7	10	13	17
Novbr.	9	15,3	15	13,5	17	18	19
Decbr.	8	14,9	13	15,3	10	11	9
Jahr	99	159,7	148	158,4	140	164	165
Winter	26,3	23,8	25,0	27,4	22,9	21,3	22,7
Frühling	25,2	24,3	24,3	23,2	27,1	27,4	26,4
Sommer	22,2	25,4	24,3	24,6	22,9	24,4	20,9
Herbst	26,3	26,4	26,3	24,8	27,1	26,9	30,0

Im Mittel erhalten wir hier also jährlich 147 Regentage und diese sind hier folgendermaßen vertheilt:

Winter	24,2 Procent
Frühling	25,4
Sommer	23,5
Herbst	26,9

Daraus ergeben sich folgende Größen für die an einem Tage herabfallende Regenmenge:

Monat	Poitiers	Paris	Montmorenci	Brüssel	Troyes	Mühlhausen	Hagenau
Januar	1‴,7	1‴,5	1‴,8	0‴,7	1‴,7	1‴,9	1‴,7
Februar	1,6	1,5	1,5	1,0	1,1	2,1	1,3
März	1,2	1,1	1,8	1,4	1,5	1,5	2,0
April	2,9	1,9	1,3	1,3	1,5	2,6	1,2
Mai	2,1	1,8	2,2	1,4	2,8	2,2	1,4
Junius	3,8	1,9	2,2	1,8	2,6	3,0	4,1
Julius	3,3	1,8	1,9	1,5	2,4	1,8	1,3
August	4,4	2,1	2,1	1,9	2,1	2,5	2,4
Septbr.	4,0	1,7	1,9	2,0	1,9	1,6	2,8
October	2,1	1,2	1,6	1,3	1,2	2,1	1,3
Novbr.	3,1	1,4	1,5	1,1	2,2	2,2	2,1
Decbr.	2,7	1,1	1,3	1,1	1,9	1,6	1,6
Mittel	2,7	1,6	1,8	1,4	1,8	2,1	1,9
Winter	2,0	1,4	1,5	0,9	1,6	1,9	1,5
Frühling	2,1	1,6	1,8	1,4	1,9	2,1	1,5
Sommer	3,8	1,9	2,1	1,7	2,4	2,4	2,6
Herbst	3,1	1,4	1,7	1,5	1,4	2,0	2,1

Wenn die Herbſtregen im Innern von Frankreich auch noch das Uebergewicht haben, ſind ſie doch nicht mehr ſo vorherrſchend als im weſtlichen Theile; die Regentage im Sommer ſind faſt eben ſo häufig als im Winter; werden dieſe mit 1 bezeichnet, ſo ſind jene 0,971. Eine ähnliche Aenderung zeigt uns die an einem Tage herabgefallene Waſſermenge; es beträgt dieſelbe im

Winter	1‴,54
Frühling	1,63
Sommer	2,41
Herbſt	1,89

ſie iſt alſo im Frühlinge und Sommer größer, im Winter und Herbſte dagegen kleiner geworden. Beide Aenderungen treten in Deutſchland noch auffallender hervor. Es iſt hier nämlich die Zahl der Regentage an verſchiedenen Orten

Monat	Mannheim	Carlsruhe	Stuttgart	Würzburg	Regensburg	München[71])	Ander	Tegernſee
Januar	12,6	15	10,6	12,9	9,5	13,0	11,7	12,7
Februar	12,9	14	10,8	12,0	10,6	14,2	13,5	14,1
März	11,3	14	7,8	11,9	8,1	13,1	11,3	14,0
April	11,7	14	10,8	10,5	7,3	12,1	11,2	14,0
Mai	12,1	14	12,0	10,5	8,5	11,1	13,2	14,6
Junius	13,3	14	12,8	12,1	10,8	14,3	13,9	18,1
Julius	12,9	16	10,4	11,1	13,5	14,7	15,8	17,3
Auguſt	13,5	13	11,8	11,1	12,1	11,9	14,2	16,6
Septbr.	11,4	11	10,6	9,0	8,3	10,3	10,2	11,9
October	12,0	13	8,6	8,2	9,3	10,8	10,8	13,7
Novbr.	12,0	16	10,2	9,9	8,2	11,9	10,7	12,1
Decbr.	12,8	17	11,0	10,3	9,1	12,0	10,7	10,6
Jahr	148,5	174	127,4	129,5	115,3	149,4	147,2	169,7
Winter	25,8	26,9	25,4	27,2	25,3	26,2	24,4	22,0
Frühling	23,7	24,5	24,0	25,4	20,7	24,3	24,3	25,1
Sommer	26,7	25,2	27,5	26,5	31,6	27,4	29,8	30,6
Herbſt	23,8	23,4	23,1	20,9	22,4	22,1	21,5	22,2

71) 12jähr. Beob. (1781—92) von Huebpauer in den Mannheimer Ephemeriden.

Monat	Wittenberg	Hamburg	Carlsruhe[72])	Göttingen	Berlin[73])	Sagan	Prag	Erfurt
Januar	12,7	9,6	11,3	11,5	15,3	16,5	10,5	10,1
Februar	13,1	10,0	12,5	14,8	15,5	18,7	12,0	11,0
März	12,7	12,0	8,9	16,0	14,5	17,2	11,4	11,9
April	12,5	10,7	10,2	13,7	11,8	12,3	11,8	8,3
Mai	14,5	11,8	12,2	12,3	12,7	15,2	10,9	10,6
Junius	17,9	11,4	10,0	15,5	10,3	15,0	10,2	10,9
Julius	16,8	13,6	12,6	18,5	15,9	17,8	14,1	13,4
Auguſt	15,9	13,5	11,8	18,5	16,6	17,5	13,2	12,1
Septbr.	11,9	9,3	11,5	14,2	12,3	14,2	9,1	10,6
October	12,1	9,3	13,8	15,2	9,9	14,3	10,1	11,4
Novbr.	12,0	11,6	15,0	14,8	11,4	15,7	9,9	10,4
Decbr.	11,3	12,2	15,0	14,5	13,4	17,7	9,7	9,9
Jahr	163,4	135,0	145,0	179,5	159,6	192,1	133,0	131,1
Winter	22,7	23,6	26,8	22,8	27,7	27,5	24,2	23,6
Frühling	24,3	25,6	21,6	23,4	27,4	23,8	25,6	24,0
Sommer	30,9	28,5	23,7	29,3	26,9	26,2	28,2	27,7
Herbſt	22,0	22,5	27,8	24,6	21,0	23,0	22,0	24,7

s iſt nicht zu verkennen, daß die Zahl der Regentage an meh-
ren Punkten wegen benachbarter Höhen ſehr groß iſt, und daß
aher die Differenzen wenig entfernter Orte ſo bedeutend wer-
n; deshalb ſcheint die mittlere Zahl von Regentagen (150) für
eutſchland etwas zu groß, zumal da die meiſten Beobachtungs-
te im bergigen Theile des ſüdlichen Deutſchlands liegen. Bezeich-
n wir die Zahl der Regentage mit 100, ſo kommen auf den

Winter	25,1	Procent
Frühling	24,0	
Sommer	27,9	
Herbſt	23,0	

s hat alſo in Deutſchland bereits der Sommer das Ueber-
wicht erhalten, und das Minimum findet im Herbſte Statt;
hen wir die Zahl der Regentage im Winter als Einheit
, ſo wird die im Sommer 1,112. Bei Vergleichung der
egenmengen fanden wir, daß die Erhebung über die Oberfläche
s Meeres eine ähnliche Zunahme der Sommeregen zeigte, als

72) Bei Buck, Hamburgs Clima und Witterung S. 106.

73) 6½jährige Beob. (Jul. 1781—Dec. 87) von Béguelin in den Mannheimer Ephemeriden.

die Entfernung von der Küste. Dasselbe finden wir auch hier. Stellen wir im südlichen Deutschland einerseits Würzburg, München und Regensburg, andrerseits die höher liegenden Punkte Andex, Peißenberg und Tegernsee zusammen, so erhalten wir folgende Vertheilung der Regentage:

	Niedere Gruppe	Höhere Gruppe
Winter	26,2	23,1 Procent
Frühling	23,5	24,6
Sommer	28,1	30,4
Herbst	21,9	21,9

Während die Verhältnisse im Frühlinge und Herbste nahe übereinstimmen, wird die relative Zahl der Regentage in der höheren Gruppe im Winter kleiner, im Sommer größer; bezeichnen wir dieselbe im Winter mit 1, so ist sie im Sommer unten 1,16, oben 1,316. Der Grund dieser Differenz ist derselbe, welcher oben angegeben wurde.

Berechnen wir hiernach die an einem Regentage herabfallende Wassermenge, so erhalten wir folgende Größen:

Monat	Mannheim	Carlsruhe	Stuttgart	Würzburg	Regensburg	Ander
Januar	1‴,5	1‴,1	1‴,3	1‴,3	1‴,6	2‴,5
Februar	1,0	1,6	2,1	1,5	1,3	1,3
März	1,4	1,5	2,0	1,5	1,5	2,2
April	1,9	1,4	1,5	1,2	1,6	2,1
Mai	1,8	1,9	2,1	1,4	2,5	1,3
Junius	2,3	2,0	3,0	1,6	2,7	3,3
Julius	2,1	2,2	2,3	1,3	2,9	2,7
August	1,8	2,2	2,8	1,3	2,8	3,4
Septbr.	2,1	2,3	2,8	1,7	2,9	1,5
October	1,9	1,8	2,6	1,3	1,9	1,5
Novbr.	1,4	1,6	2,2	1,2	2,0	1,5
Decbr.	1,2	1,5	2,0	1,0	2,2	1,6
Mittel	1,7	1,8	2,2	1,4	2,2	2,1
Winter	1,2	1,4	1,8	1,3	1,7	1,8
Frühling	1,7	1,6	1,9	1,4	1,9	2,0
Sommer	2,1	2,1	2,7	1,4	2,8	3,3
Herbst	1,8	1,9	2,5	1,4	2,3	1,5

Monat	Tegernsee	Pelsenberg	Göttingen	Erfurt	Sagan	Prag
Januar	2‴,1	0‴,8	1‴,5	0‴,6	0‴,7	0‴,5
Februar	2,6	0,9	1,3	0,9	0,7	1,2
März	2,1	0,8	1,1	0,6	0,7	0,7
April	2,0	1,0	1,6	1,3	0,9	0,8
Mai	2,8	2,0	1,9	1,4	0,8	2,3
Junius	4,5	2,3	1,9	1,3	1,5	0,5
Julius	4,6	2,6	2,0	1,6	1,5	1,1
Auguſt	4,4	2,2	2,2	2,2	1,3	3,2
Septbr.	3,5	1,7	2,3	1,2	0,9	1,8
October	3,1	1,4	1,6	0,9	1,2	1,7
Novbr.	1,9	0,8	1,7	0,9	0,9	2,1
Decbr.	2,2	1,0	1,4	0,7	0,8	0,4
Mittel	3,0	1,5	1,7	1,1	1,0	1,4
Winter	2,3	0,9	1,4	0,7	0,7	0,7
Frühling	2,3	1,3	1,3	0,1	0,8	1,3
Sommer	4,5	2,4	2,0	1,7	1,4	1,6
Herbſt	2,8	1,3	1,9	1,0	1,0	1,9

Nehmen wir das Mittel dieſer Größen, ſo beträgt die täglich herabfallende Waſſermenge im

Winter	1‴,32
Frühling	1,55
Sommer	2,33
Herbſt	1,78

Aus dem Innern von Rußland und den übrigen Theilen des öſtlichen Europa kenne ich nur wenige Beobachtungen; werden dieſe hieher verglichen, ſo finden wir im weſtlichen Theile von Rußland viele Regentage, aber ihre Zahl wird geringer, wenn wir öſtlich nach Sibirien und nördlich von Petersburg durch Finnland am bottniſchen Meerbuſen nach Norden gehen. Die folgende Tafel enthält die Reſultate der Beobachtungen:

Zeit	Ofen	Warschau[74])	Petersburg[75])	Abo	Laihela[76])	Uleaborg[77])
Januar	9,2	11,0	12,8	13,1	11,7	4,7
Februar	9,9	13,0	11,1	12,1	9,3	7,9
März	11,3	12,3	10,8	13,0	10,5	6,8
April	9,8	8,0	12,1	10,0	7,2	7,4
Mai	8,9	9,0	14,4	10,1	7,8	8,5
Junius	10,1	6,0	16,0	9,0	8,8	9,7
Julius	8,5	17,5	14,3	12,7	13,8	8,4
August	7,8	10,0	15,7	12,4	10,5	8,5
Septbr.	7,7	6,5	15,6	9,1	10,0	10,6
October	9,4	14,5	16,2	13,2	11,8	8,1
Novbr.	9,2	14,3	16,2	16,6	12,5	8,4
Decbr.	9,9	16,0	12,7	14,8	9,5	7,0
Jahr	111,7	138,1	167,9	146,1	123,4	96,0
Winter	25,9	28,9	22,0	27,3	24,6	20,4
Frühling	26,9	21,2	22,3	22,7	20,6	23,6
Sommer	23,6	24,3	27,4	23,3	27,0	27,8
Herbst	23,7	25,5	28,3	26,7	27,8	28,2

Zeit	Moscau[78])	Kasan[79])	Irkutzk[80])	Nertschinsk[81])	Jakutzk[82])
Januar	19,7	7,0	1,0	1,4	1
Februar	17,8	8,0	3,0	1,6	4
März	15,0	7,5	2,5	3,4	4
April	11,6	7,2	4,0	5,7	5
Mai	16,7	8,0	10,5	8,2	6
Junius	17,1	6,8	9,0	7,2	6
Julius	17,7	5,8	9,0	9,7	11
August	16,6	5,2	7,0	8,8	5
Septbr.	12,7	7,5	4,0	3,5	8
October	19,0	8,7	4,0	4,5	4
Novbr.	21,3	8,8	3,0	3,7	5
Decbr.	20,0	9,8	5,5	2,0	1
Jahr	205,2	90,3	62,5	59,7	60
Winter	28,1	27,5	15,2	8,4	10,0
Frühling	21,1	25,1	27,2	28,9	25,0
Sommer	25,0	19,7	40,0	43,0	36,7
Herbst	25,8	27,7	17,6	19,7	28,3

74) 8 sehr unvollständige Jahre (1760—63) von Guettard b Cotte Mém. II, 584.

75) 10jähr. Beob. (1783—92) von A. Euler in den Mannh. Ephem riden. — Die in jedem Bande der Petersburger Abhandlungen ge nen Größen lassen sich nicht benutzen, weil Regen- und Schneetage getheilt werden, ohne daß gesagt ist, ob Tage, an denen es zu regnete und schneite, blos zu den Regen- oder Schneetagen oder zu den gezählt werden.

76) 4jähr. B. (1751—54) von Stjerwal in d. Schwed. Abh. XX.

77) 12jähr. B. (1776—87) von Julin in d. neuen Schwed. Abh. X,

78) 7j. B. (1785—89, 91—92) von Stritter in den Mannh. Ephe

79) 4jähr. Beob. in Erdmann Beitr. zur Kenntn. d. Innern nfsland I, 176.

ähr. B. (1771—72) von Wachsmann in Georgi Reise I, 1

hr. Beob. (1768—72) von Sachert ib. I, 427—436.

hr. Beob. von Islenieff in Nova Acta Petrop. X, 474.

Ofen zeigt uns eine bedeutend geringere Zahl von Regen-
agen, als Deutschland; aber größer als man erwartet ist sie
n Petersburg und noch mehr in Moscau. Die Vergleichung mit
en andern Punkten zeigt, daß hier Ursachen, zu deren Kenntniß
Beobachtungen von weit mehr Orten erforderlich sind, die Zahl
er Regentage sehr vergrößern. Auch deuten alle Umstände dar-
uf, daß wir es hier mit schwachen Niederschlägen zu thun haben.
Denn suchen wir die täglich herabfallende Regenmenge auf, so
rhalten wir folgende Größen:

Monat	Petersburg	Abo
Januar	0‴,7	1‴,2
Februar	0,8	1,4
März	0,9	1,5
April	1,0	1,7
Mai	1,1	1,6
Junius	1,6	1,8
Julius	1,9	2,4
August	1,5	2,9
September	1,9	4,0
October	1,2	2,7
November	0,9	1,9
December	0,8	1,2
Mittel	1,2	2,1
Winter	0,8	1,3
Frühling	1,0	1,6
Sommer	1,7	2,4
Herbst	1,3	2,9

Denn demnach auch in Petersburg die Zahl der Regentage sehr
oß ist, so ist doch die Menge des bei jedem Niederschlage herab-
llenden Wassers sehr unbedeutend. Der Grund aber von dieser
äufigkeit der Niederschläge scheint darin zu liegen, daß wir uns
Petersburg an der Gränze zweier Climate befinden. Fast bei
dem Winde regnet es dort gleich häufig; es regnet bei östlichen
inden dem Charakter des schwedischen Clima's zufolge, bei
stlichen Winden dem Charakter des mitteleuropäischen Clima's
näß. Und eine eben solche Zusammenwirkung dieser Ursachen

Zeit	Ofen	Warschau[74])	Petersburg[75])	Abo	Laihela[76])	Uleaborg[77])
Januar	9,2	11,0	12,8	13,1	11,7	4,7
Februar	9,9	13,0	11,1	12,1	9,3	7,9
März	11,3	12,3	10,8	13,0	10,5	6,8
April	9,8	8,0	12,1	10,0	7,2	7,4
Mai	8,9	9,0	14,4	10,1	7,8	8,5
Junius	10,1	6,0	16,0	9,0	8,8	9,7
Julius	8,5	17,5	14,3	12,7	13,8	8,4
August	7,8	10,0	15,7	12,4	10,5	8,5
Septbr.	7,7	6,5	15,6	9,1	10,0	10,6
October	9,4	14,5	16,2	13,2	11,8	8,1
Novbr.	9,2	14,3	16,2	16,6	12,5	8,4
Decbr.	9,9	16,0	12,7	14,8	9,5	7,0
Jahr	111,7	138,1	167,9	146,1	123,4	96,0
Winter	25,9	28,9	22,0	27,3	24,6	20,4
Frühling	26,9	21,2	22,3	22,7	20,6	23,6
Sommer	23,6	24,3	27,4	23,3	27,0	27,8
Herbst	23,7	25,5	28,3	26,7	27,8	28,2

Zeit	Moscau[78])	Kasan[79])	Irkutzk[80])	Nertschinsk[81])	Jakutzk[82])
Januar	19,7	7,0	1,0	1,4	1
Februar	17,8	8,0	3,0	1,6	4
März	15,0	7,5	2,5	3,4	4
April	11,6	7,2	4,0	5,7	5
Mai	16,7	8,0	10,5	8,2	6
Junius	17,1	6,8	9,0	7,2	6
Julius	17,7	5,8	9,0	9,7	11
August	16,6	5,2	7,0	8,8	5
Septbr.	12,7	7,5	4,0	3,5	8
October	19,0	8,7	4,0	4,5	4
Novbr.	21,3	8,8	3,0	3,7	5
Decbr.	20,0	9,8	5,5	2,0	1
Jahr	205,2	90,3	62,5	59,7	60
Winter	28,1	27,5	15,2	8,4	10,0
Frühling	21,1	25,1	27,2	28,9	25,0
Sommer	25,0	19,7	40,0	43,0	36,7
Herbst	25,8	27,7	17,6	19,7	28,3

Ofen

74) 3 sehr unvollständige Jahre (1760—63) von Guettard bei Cotte Mém. II, 584.

75) 10jähr. Beob. (1783—92) von A. Euler in den Mannh. Ephemeriden. — Die in jedem Bande der Petersburger Abhandlungen gegebenen Größen lassen sich nicht benutzen, weil Regen- und Schneetage mitgetheilt werden, ohne daß gesagt ist, ob Tage, an denen es zugleich regnete und schneite, blos zu den Regen- oder Schneetagen oder zu beiden gezählt werden.

76) 4jähr. B. (1751—54) von Stjerwal in d. Schwed. Abh. XX, 120.

77) 12jähr. B. (1776—87) von Julin in d. neuen Schwed. Abh. X, 101.

78) 7j. B. (1785—89, 91—92) von Stritter in den Mannh. Ephem.

79) 4jähr. Beob. in Erdmann Beitr. zur Kenntn. d. Innern von Rußland I, 176.

80) 2jähr. B. (1771—72) von Wachsmann in Georgi Reise I, 129.

81) 5jähr. Beob. (1768—72) von Sachert ib. I, 427—436.

82) 1jähr. Beob. von Islenieff in Nova Acta Petrop. X, 474.

In England ist ein regniger Herbsttag derjenige, an welchem das meiste Wasser herabfällt; dasselbe ist noch an den Küsten Frankreichs und der Niederlande der Fall. So wie wir aber weiter nach Osten gehen, wird das Uebergewicht der an einem Sommertage herabfallenden Wassermenge immer größer. Wird die an einem Regentage im Winter herabfallende Wassermenge als Einheit angesehen, so erhalten wir für einen Sommerregen folgende Größen:

England	1,07
Westliches Frankreich . . .	1,03
Inneres Frankreich . . .	1,57
Deutschland	1,76
Petersburg	2,17.

Wir haben für einen Regentag einen jeden ausgegeben, an welchem es, wenn auch nur kurze Zeit, regnet. Um nun die Climate in Beziehung auf die täglich herabfallende Regenmenge zu vergleichen, wäre erforderlich, daß bei jeder gemessenen Wasserhöhe zugleich die Zahl von Stunden angegeben wäre, in welchen es regnete, damit man in den Stand gesetzt würde, die Dichtigkeit des Regens in verschiedenen Gegenden und Jahreszeiten zu bestimmen. Bis jetzt fehlt es ganz an Vorarbeiten zu einer solchen Untersuchung. Sehen wir, daß in England die täglich im Winter herabfallende Regenmenge fast eben so groß ist, als im Sommer, während sie in Petersburg nur halb so groß ist, so kann dieses von einer ungleichen Dauer des Regens oder von einer ungleichen Größe und Dichtigkeit der Tropfen herrühren. Viele Erfahrungen zeigen nun, daß in Deutschland die in derselben Zeit herabfallende Regenmenge im Sommer meistens weit größer ist, als im Winter; die Dampfmenge ist zu jener Zeit weit größer als zu dieser, und dieses wird wegen der Temperaturdifferenz beider Jahreszeiten wohl in den meisten Gegenden der Erde der Fall seyn. Wenn nun in England die tägliche Regenmenge in beiden Jahreszeiten nahe gleich ist, so müssen wir nothwendig annehmen, daß die Dauer eines Regens im Winter größer ist, als im Sommer; da die Zeit, während welcher es regnet, von der Zeit der Bewölkung abhängt, so wird es wahrscheinlich, daß der Himmel in England im Winter eine längere Zeit bewölkt ist, als im Som-

mer; eben dieſes geht auch aus der größeren Zahl von Regentagen im Winter hervor. Je weiter wir aber ins Innere des Continents gehen, deſto mehr erhält der Sommer das Uebergewicht, deſto häufiger wird die Bewölkung des Himmels im Sommer in Vergleich mit dem Winter, bis jene endlich im Innern von Sibirien das Uebergewicht im Allgemeinen zu erhalten ſcheint.

Wenn wir uns zu der Gruppe des mittelländiſchen Meeres wenden, ſo erkennen wir auch in der Zahl der Regentage im ſüdlichen Frankreich den Einfluß des oberen von Africa kommenden Luftſtromes. Während es im Winter häufiger regnet, wird die Zahl der Regentage im Sommer kleiner, und dadurch erreicht die Zahl ſämmtlicher Regentage während des ganzen Jahres nur eine geringe Größe. Die Beobachtungen im Rhonethal und an einigen Punkten der Schweiz geben folgende Größen:

Zeit	Marſeille [85])	Montpellier [86])	Agde [87])	Arles	Viviers	Joyeuſe	Dije
Januar	6,2	7	7	9	8,6	8,3	
Februar	4,9	5	7	8	7,0	7,7	
März	6,4	5	8	14	7,9	7,0	10
April	4,8	7	5	6	9,1	8,5	8
Mai	3,6	7	5	8	8,4	10,6	14
Junius	3,2	6	6	6	7,6	7,7	9
Julius	2,6	4	3	6	5,7	6,4	16
Auguſt	1,9	5	1	7	4,9	5,3	5
September	4,1	8	7	11	7,5	7,6	7
October	7,0	7	11	7	10,5	9,8	11
November	8,5	6	7	9	10,8	9,2	15
December	7,0	7	2	16	10,0	9,4	14
Jahr	60,2	74	64	107	98,0	97,5	124
Winter	30,1	25,7	25,0	30,8	26,1	26,1	23,4
Frühling	24,6	25,7	20,3	26,2	25,9	26,8	25,8
Sommer	12,8	20,3	15,6	17,8	18,6	19,9	24,2
Herbſt	32,5	28,3	39,1	25,2	29,4	27,2	26,6

85) 11jähr. Beob. 1782—92) von Sylvabelle in den Mannheimer Ephemeriden.

86) 11jähr. Beob. 1775—85) von Mourgue bei Cotte Mém. I. 465.

87) 4jähr. Beob. (1777—80) von Mouton bei Cotte Mém. II. 193.

Zeit	Vienne [88])	Montauban	Montlouis [89])	Rhodez [90])	Mezin [91])	Genf [92])	St. Gotthardt [93])
Januar	11	4	8	11	12	13,7	11,8
Februar	9	6	10	6	10	12,0	9,5
März	8	7	6	9	10	16,7	12,7
April	11	7	12	12	19	13,7	12,5
Mai	11	9	10	9	15	15,5	15,2
Junius	12	5	10	7	14	13,8	17,3
Julius	8	3	5	5	15	11,3	14,8
Auguſt	7	3	7	7	11	15,0	15,2
Septbr.	8	4	6	6	12	11,5	13,6
October	11	7	7	9	16	9,7	14,3
Novbr.	10	9	10	13	17	12,8	12,4
Decbr.	8	6	6	8	10	10,0	11,8
Jahr	114	70	97	102	161	155,7	161,1
Winter	24,6	22,9	24,8	24,5	19,9	22,9	20,5
Frühling	26,3	32,9	28,8	29,4	27,3	29,5	25,1
Sommer	23,7	15,7	22,7	18,6	24,8	25,7	29,4
Herbſt	25,4	28,5	23,7	27,5	28,0	21,9	25,0

In den am Meere gelegenen Orten iſt die Zahl der Regentage im Sommer ſehr klein; nehmen wir das Mittel der Aufzeichnungen zu Marſeille, Montpellier und Agde, ſo erhalten wir

Jahr	66 Regentage
Winter	26,9 Procent
Frühling	23,5
Sommer	16,2
Herbſt	33,3

Es hat alſo hier der Herbſt ein großes Uebergewicht und doppelt ſo viel Regentage als der Sommer; jenes Uebergewicht des Herbſtes findet zwar auch in derſelben Breite am atlantiſchen Meere Statt, aber bedeutend größer iſt die jährliche Zahl der

88) 6jähr. Beob. (1777—82) von Révolot bei Cotte Mém. II, 590.

89) 5jähr. Beob. von Barrera bei Cotte Mém. II, 437.

90) 4jähr. Beob. (1779, 80, 82, 84) von Flaugergues bei Cotte Mém. II, 524.

91) 8jähr. Beob. (1778—85) von Gallé bei Cotte Mém. II, 427.

92) 6jähr. Beob. (1782—86, 89) von Sénebier in den Mannheimer Ephemeriden.

93) 11jähr. Beob. (1782—92) von Ondphrius in den Mannheimer Ephemeriden.

mer; eben dieses geht auch aus der größeren Zahl von Regentagen im Winter hervor. Je weiter wir aber ins Innere des Continents gehen, desto mehr erhält der Sommer das Uebergewicht, desto häufiger wird die Bewölkung des Himmels im Sommer in Vergleich mit dem Winter, bis jene endlich im Innern von Sibirien das Uebergewicht im Allgemeinen zu erhalten scheint.

Wenn wir uns zu der Gruppe des mittelländischen Meeres wenden, so erkennen wir auch in der Zahl der Regentage im südlichen Frankreich den Einfluß des oberen von Africa kommenden Luftstromes. Während es im Winter häufiger regnet, wird die Zahl der Regentage im Sommer kleiner, und dadurch erreicht die Zahl sämmtlicher Regentage während des ganzen Jahres nur eine geringe Größe. Die Beobachtungen im Rhonethal und an einigen Punkten der Schweiz geben folgende Größen:

Zeit	Marseille [85])	Montpellier [86])	Agde [87])	Arles	Viviers	Joyeuse	Dijon
Januar	6,2	7	7	9	8,6	8,3	
Februar	4,9	5	7	8	7,0	7,7	
März	6,4	5	8	14	7,9	7,0	10
April	4,8	7	5	6	9,1	8,5	8
Mai	5,6	7	5	8	8,4	10,6	14
Junius	3,2	6	6	6	7,6	7,7	9
Julius	2,6	4	3	6	5,7	6,4	16
August	1,9	5	1	7	4,9	5,3	5
September	4,1	8	7	11	7,5	7,6	7
October	7,0	7	11	7	10,5	9,8	11
November	8,5	6	7	9	10,8	9,2	15
December	7,0	7	2	16	10,0	9,4	14
Jahr	60,2	74	64	107	98,0	97,5	128
Winter	30,1	25,7	25,0	30,8	26,1	26,1	23,4
Frühling	24,6	25,7	20,3	26,2	25,9	26,8	25,8
Sommer	12,8	20,3	15,6	17,8	18,6	19,9	24,2
Herbst	32,5	28,3	39,1	25,2	29,4	27,2	26,6

85) 11jähr. Beob. 1782—92) von Sylvabelle in den Mannheimer Ephemeriden.

86) 11jähr. Beob. 1775—85) von Mourgue bei Cotte Mém. I. 465.

87) 4jähr. Beob. (1777—80) von Mouton bei Cotte Mém. I. 193.

Zeit	Vienne [88])	Montauban	Montlouis [89])	Rhodez [90])	Mezin [91])	Genf [92])	St. Gotthardt [93])
Januar	11	4	8	11	12	13,7	11,8
Februar	9	6	10	6	10	12,0	9,5
März	8	7	6	9	10	16,7	12,7
April	11	7	12	12	19	13,7	12,5
Mai	11	9	10	9	15	15,5	15,2
Junius	12	5	10	7	14	13,8	17,3
Julius	8	3	5	5	15	11,3	14,8
August	7	5	7	7	11	15,0	15,2
Septbr.	8	4	6	6	12	11,5	13,6
October	11	7	7	9	16	9,7	14,3
Novbr.	10	9	10	13	17	12,8	12,4
Decbr.	8	6	6	8	10	10,0	11,8
Jahr	114	70	97	102	161	155,7	161,1
Winter	24,6	22,9	24,8	24,5	19,9	22,9	20,5
Frühling	26,3	32,9	28,8	29,4	27,3	29,5	25,1
Sommer	23,7	15,7	22,7	18,6	24,8	25,7	29,4
Herbst	25,4	28,5	23,7	27,5	28,0	21,9	25,0

In den am Meere gelegenen Orten ist die Zahl der Regentage im Sommer sehr klein; nehmen wir das Mittel der Aufzeichnungen zu Marseille, Montpellier und Agde, so erhalten wir

Jahr	66 Regentage
Winter	26,9 Procent
Frühling	23,5
Sommer	16,2
Herbst	33,3

Es hat also hier der Herbst ein großes Uebergewicht und doppelt so viel Regentage als der Sommer; jenes Uebergewicht des Herbstes findet zwar auch in derselben Breite am atlantischen Meere Statt, aber bedeutend größer ist die jährliche Zahl der

8) 6jähr. Beob. (1777—82) von Révolot bei Cotte Mém. II, 590.

9) 5jähr. Beob. von Barrera bei Cotte Mém. II, 437.

0) 4jähr. Beob. (1779, 80, 82, 84) von Flaugergues bei Cotte Mém. II, 524.

1) 8jähr. Beob. (1778—85) von Gallé bei Cotte Mém. II, 427.

2) 6jähr. Beob. (1782—86, 89) von Sénebier in den Mannheimer Ephemeriden.

3) 11jähr. Beob. (1782—92) von Onuphrius in den Mannheimer Ephemeriden.

Regentage, und ganz anders ihre Vertheilung. Bordeaux, Dax und Oléron in Bearn gaben uns im Mittel

Jahr	136 Regentage
Winter	23,6 Procent
Frühling	26,4
Sommer	22,1
Herbst	27,9

Hätten wir am nördlichen Abhange der Pyrenäen eine hinreichende Zahl von Aufzeichnungen, so würde sich dieser Uebergang aus einem Clima in ein anderes wahrscheinlich von Ort zu Ort leicht verfolgen lassen. Die Vertheilung der Regentage zu Montauban, Mont-Louis, Rhodez und Mezin zeigt uns diesen Uebergang ziemlich bestimmt. Wir erhalten hier nämlich

Winter	23,0 Procent
Frühling	29,6
Sommer	20,5
Herbst	26,9

Eine genauere Untersuchung über die Windverhältnisse, namentlich ihre Abhängigkeit von den Jahreszeiten in diesen Gegenden würde vielleicht den Grund für die Häufigkeit der Regentage im Frühlinge angeben. Indem der Wind dann mehr nach Norden geht, scheinen die Dämpfe südlich an den Höhen condensirt zu werden und erst bei der höheren Temperatur des Sommers über diese häufiger fortzuziehen. Bleiben wir bei dem Verhältnisse der Regentage im Winter und Sommer stehen, so erhalten wir dafür am mittelländischen Meere 0,602, am atlantischen Meere 0,928, und in der Mitte zwischen beiden 0,891; es ist dieser Uebergang also nicht zu verkennen.

Und eine völlig ähnliche Aenderung des Clima's zeigt sich, wenn wir die Rhone aufwärts steigen; mit der jährlichen Zahl der Regentage nimmt zugleich die Häufigkeit der Sommerregen zu. Dieses zeigen uns Viviers und Joyeuse, noch tiefer landeinwärts Dijon und Vienne, wo die Regentage im ganzen Jahre ziemlich gleichförmig vertheilt sind. In Genf und noch mehr auf dem St. Gotthardt haben die Sommerregen bereits das Uebergewicht über die Winterregen erhalten.

Leiten wir aus dieſer Zahl der Regentage und den oben gegebenen Regenmengen die Größe des Niederſchlages an einem Tage her, ſo ergeben ſich folgende Verhältniſſe:

Zeit	Marſeille	Montpellier	Arles	Viviers	Joyeuſe	Dijon	Genf
Januar	2‴,9	4‴,9	1‴,8	3‴,4	5‴,1	2‴,9	1‴,9
Februar	2,2	4,0	3,0	2,9	4,6	1,4	1,8
März	3,2	5,5	2,2	2,9	4,0	1,8	1,3
April	3,6	3,8	2,0	3,5	5,0	3,0	1,6
Mai	4,8	3,9	2,3	4,2	6,0	2,3	2,3
Junius	4,5	3,7	1,2	4,1	3,8	2,9	2,6
Julius	2,7	2,4	0,7	4,0	4,0	2,5	3,5
Auguſt	5,2	3,0	2,4	5,8	6,1	3,2	2,1
Septbr.	8,7	4,1	2,2	6,6	8,9	2,8	2,6
October	5,9	8,9	6,6	5,4	9,6	3,5	3,6
Novbr.	3,9	6,4	3,6	4,6	7,6	1,8	2,5
Decbr.	3,3	7,0	2,1	2,9	4,1	1,4	2,9
Mittel	4,3	4,8	2,8	4,2	5,7	2,5	2,4
Winter	2,8	5,3	2,3	3,1	4,6	1,9	2,2
Frühling	3,9	4,4	2,2	3,5	5,0	2,4	1,7
Sommer	4,1	3,0	1,5	4,6	4,6	2,9	2,7
Herbſt	6,2	6,5	5,1	5,5	8,7	2,7	2,9

Wenn die Zahl der Regentage in dem ſüdlichen Theile des Rhonethales auch klein, der Himmel einen großen Theil des Jahres heiter iſt, ſo ſind dafür die einzelnen Niederſchläge im Durchſchnitte deſto reichlicher; die Pflanzen erhalten dadurch hinreichende Nahrung, und die Quellen werden genügend geſpeiſt; fand aber einmal ein Niederſchlag Statt, dann vergehen Wochen und oft Monate, ehe es im Sommer aufs Neue regnet. Im Herbſte wird dann mit der Zahl der Regentage zugleich die täglich herabfallende Waſſermenge größer; da die Wärme des Landes nun geringer wird, als die des ſüdlicher liegenden Meeres, ſo muß die Richtung der Winde in dieſer Jahreszeit eine Abänderung erleiden. Dieſes Vorherrſchen der Herbſtregen läßt ſich noch bis Genf verfolgen, und entſchiedener als bei der Vertheilung der ganzen Waſſermenge im Jahre erkennen wir an dieſem Orte den Einfluß des mittelländiſchen Meeres; wenig größer als im Winter iſt die tägliche Waſſermenge im Sommer, während das innere Frankreich ein bedeutenderes Uebergewicht der Sommerregen zeigt.

In Italien zeigt ſich ein ähnliches Verhältniß in den verſchiedenen Gegenden, und es wird dadurch eben ſo wie in Frankreich der bereits oben (S. 481) angegebene Grund für die ver-

ſchiedenen Vegetationsverhältniſſe wenig entfernter Gegenden be
ſtätigt. Wir finden hier nämlich folgende Zahl von Regen
tagen.

Monat	Rom	Padua	Turin
Januar	11,6	10,2	6,9
Februar	10,4	7,9	4,8
März	13,4	10,3	7,6
April	11,8	11,7	9,1
Mai	9,2	11,2	11,3
Junius	7,0	13,1	8,4
Julius	4,0	8,9	5,9
Auguſt	4,3	9,1	4,8
September	7,0	7,9	5,5
October	13,0	10,8	7,6
November	13,3	12,3	7,9
December	15,0	12,6	6,7
Jahr	120,0	126,0	86,5
Winter	30,8	24,4	21,2
Frühling	28,7	26,4	32,4
Sommer	12,7	24,7	22,1
Herbſt	27,8	24,6	24,3

Während in dem weſtlichen Theile der Halbinſel die Zahl de
Regentage im Sommer ſehr klein iſt, ſind dieſe Tage in Pad
im ganzen Jahre ziemlich gleichförmig vertheilt, und eben dies
ſcheint von Turin zu gelten, wo freilich die geringe Zahl von R
gentagen das Reſultat etwas verdächtig macht.

Eben dieſe Regenloſigkeit des Sommers ſcheint allenthalb
um das mittelländiſche Meer vorherrſchend zu ſeyn. Von an
führlicheren Journalen kenne ich nur zwei, das von Falbe v
Julius 1824 bis October 1827 zu Tunis [94]), und das v
Ruſſel zwei Jahre hindurch zu Aleppo [95]), obgleich der letzt
Ort ſchon zu weit von der Küſte entfernt iſt, um noch hieher
rechnet zu werden. Dieſe beiden Orte zeigen folgende R
hältniſſe:

94) Poggendorff's Annalen XIV, 627.
95) Gotte Mém. II, 196.

Monat	Aleppo	Tunis
Januar	10	13,0
Februar	7	8,0
März	6	8,3
April	8	5,7
Mai	4	5,3
Junius	1	3,0
Julius	0	1,0
Auguſt	0	3,7
September	2	5,8
October	3	9,7
November	5	8,0
December	8	8,7
Jahr	54	80,2
Winter	46,3	37,0
Frühling	33,3	24,1
Sommer	1,9	9,6
Herbſt	18,5	29,3

Wahrſcheinlich gilt auch ganz daſſelbe von Griechenland. Auf Kreta kann man vom Anfang Mäi gewöhnlich und ſicher darauf rechnen, daß bis Ende Auguſt auch nicht das mindeſte Wölkchen am Himmel wahrgenommen wird [96]); eben ſo regnet es in Unter-Aegypten, namentlich in Alexandrien vorzugsweiſe im Winter, beſonders vom December bis April [97]); ganz daſſelbe findet im peträiſchen Arabien Statt [98]). In Meſopotamien ſcheint eine ähnliche Vertheilung der Regentage durch die ſyriſche Wüſte erzeugt zu werden, wenigſtens bemerkt Wansleb, daß es dort nur im Winter regne [99]), und dieſes wird auch durch die Beobachtungen von Beauchamp zu Bagdad bewieſen [100]), nach denen von 23 Regentagen im Laufe des Jahres 1783 14 im Win-

95) Siber Kreta II, 87.

97) Korte Reiſe durch Egypten in Paulus Sammlung II, 177. 186.

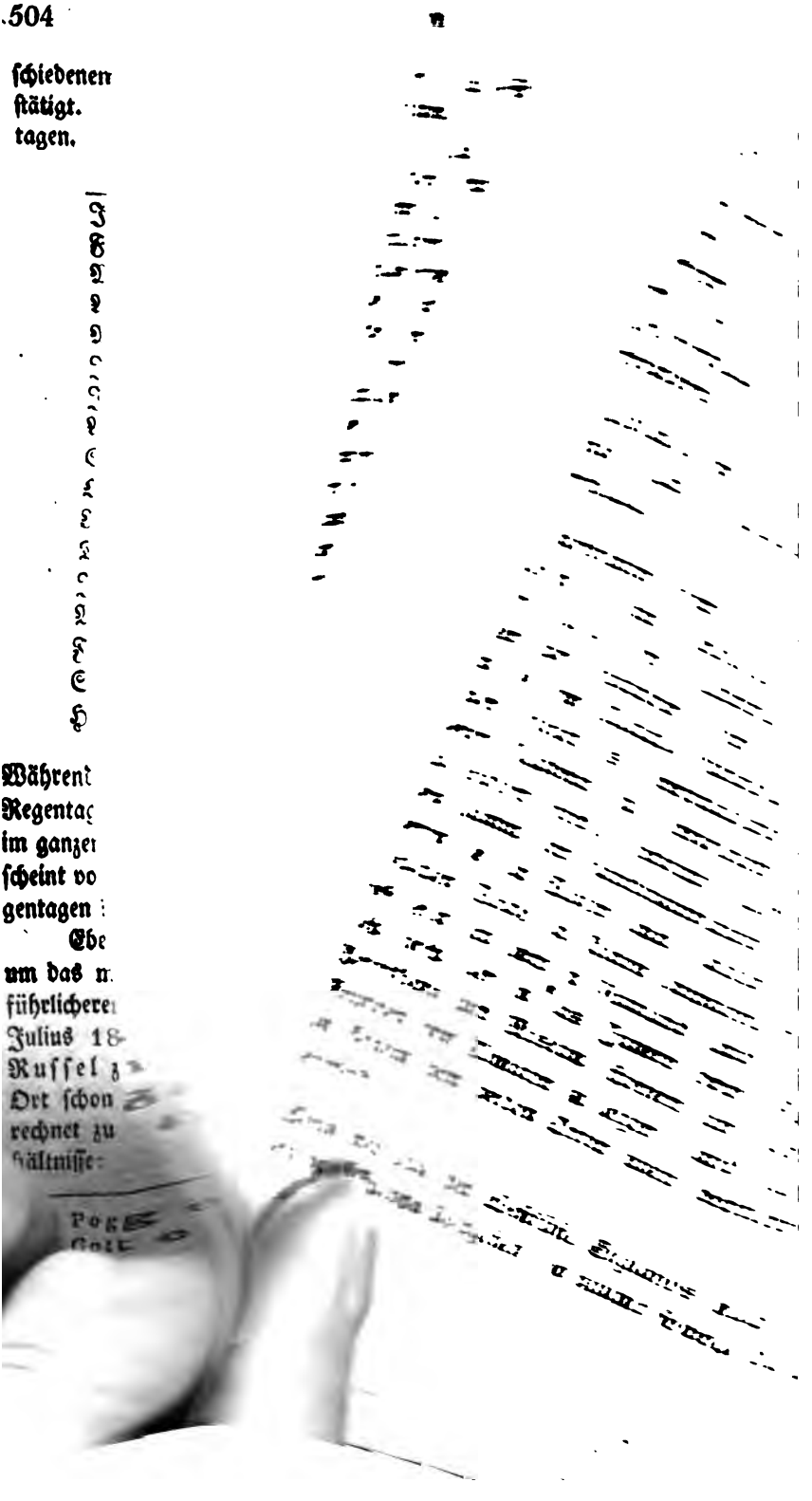
98) Rüppel Reise S. 244.

99) Paulus Sammlung III, 18.

100) Cotte Mém. II, 251.

schiedenen
stätigt.
tagen.

Während
Regentag
im ganzen
scheint vo
gentagen
Ebe
um das m
führlichere
Julius 18
Russel z
Ort schon
rechnet zu
hältnisse



nden Wassers als auch die Zahl
und nur an der Gränze der er-
Gruppen scheint die Zahl der Nie-
r zu werden.

sich zugleich die Vertheilung des Re-
An der Westküste Englands sind die
r bedeutender als die Sommerregen,
tiefer landeinwärts gehen, erhalten diese
t über jene. Am auffallendsten tritt
z zwischen dem Continental- und See-
ndinavien hervor, indem westlich von der
Winterregen sehr reichlich sind, während
eden fast ganz fehlen. Dieselbe Zunahme
wichts der Sommerregen, welche uns die
von der Küste des atlantischen Meeres zeigt,
auch an, wenn wir höher in die Atmosphäre

besondere climatische Gruppe bilden das südliche
ch und Italien. Der heiße Luftstrom der Sa-
erhindert zur Zeit seiner größten Lebhaftigkeit im
er die Condensation der Dämpfe, und daher fehlen
die Regen fast ganz. Steigen wir das Thal der
e aufwärts, so wird der Einfluß des Windes durch
Unebenheiten des Bodens geschwächt und die Sommer-
en nehmen zu. Aehnliche Störungen bewirken die Apen-
ien in Italien, und daher haben Clima und Vegetation
r Gegend von Genua einen ganz andern Charakter,
ls in der Lombardei. Verfolgt man aber die Vertheilung
des Regens in der Ebene zwischen Alpen und Apenninen,
so findet man auch hier dieselbe Zunahme der Sommer-
regen mit der Entfernung von der Küste, als im übri-
gen Europa.

12) Der für Europa gegebene Gegenſatz zwiſchen Continental- und See-Clima ſcheint ſich auch in andern Welttheilen zu zeigen, wenigſtens iſt dieſes der Fall an der Weſtküſte America's und in Neu-Holland.

13) Künftige Beobachtungen müſſen zeigen, ob wir an der Oſtküſte America's einen allmähligen Uebergang von den Regenverhältniſſen höherer Breiten zu denen der Aequinoctialgegenden finden, ſo daß wir an der Küſte ſelbſt weiter nach Süden ein immer größeres Uebergewicht der Sommerregen antreffen, bis wir endlich tropiſche Regen erhalten; oder ob die höheren Breiten von den niederen eben ſo wie an der Weſtküſte Europa's durch eine Region getrennt ſind, in welcher die Sommerregen gänzlich fehlen.

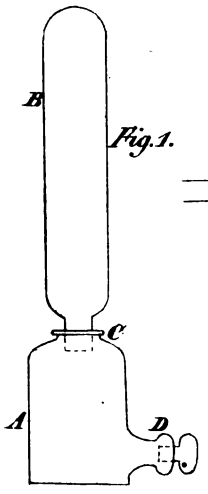
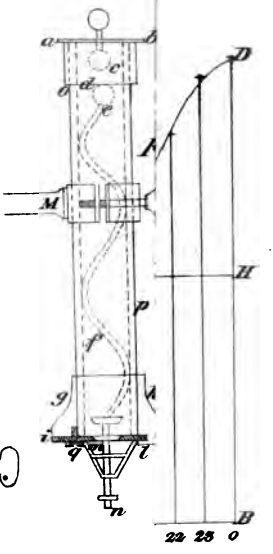


Fig. 1.



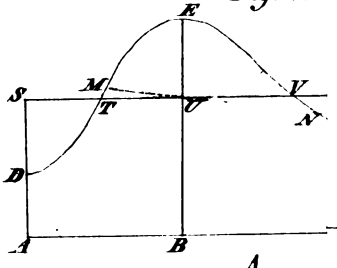


Fig. 4.

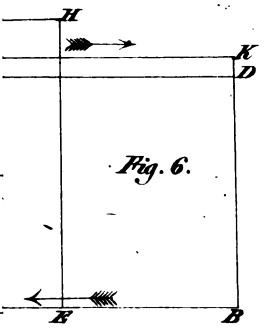


Fig. 6.

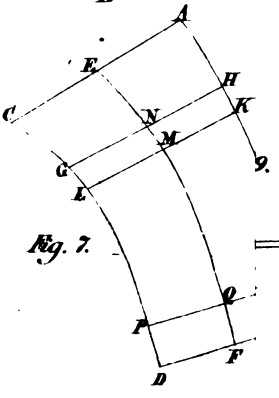
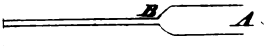
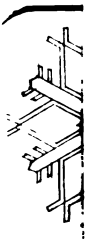


Fig. 7.





12) Der für Europa gegebene Gegenſatz zwiſchen Continent und See-Clima ſcheint ſich auch in andern Welttheilen zeigen, wenigſtens iſt dieſes der Fall an der Weſtſ America's und in Neu-Holland.

13) Künftige Beobachtungen müſſen zeigen, ob wir an d Oſtküſte America's einen allmähligen Uebergang von d Regenverhältniſſen höherer Breiten zu denen der Ae noctialgegenden finden, ſo daß wir an der Küſte ſ weiter nach Süden ein immer größeres Uebergewicht d Sommerregen antreffen, bis wir endlich tropiſche Re erhalten; oder ob die höheren Breiten von den niede eben ſo wie an der Weſtküſte Europa's durch eine S gion getrennt ſind, in welcher die Sommerregen g fehlen.

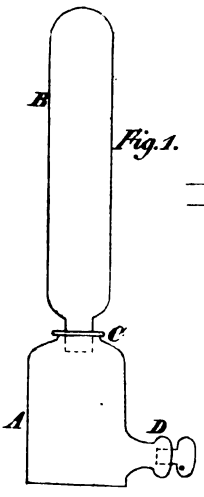
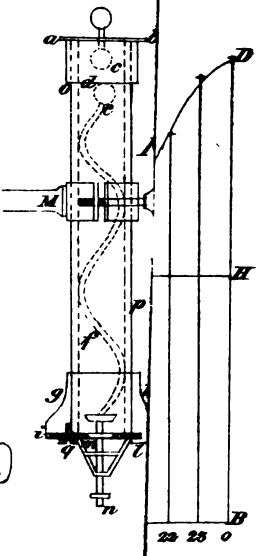


Fig. 1.



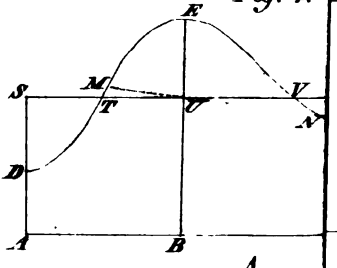


Fig. 4.

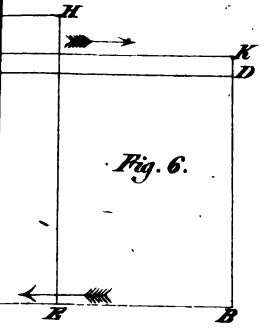


Fig. 6.

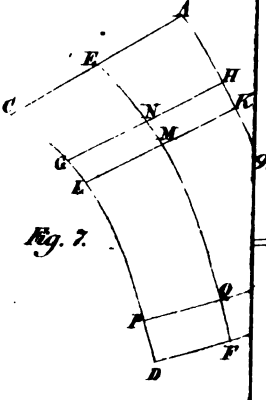
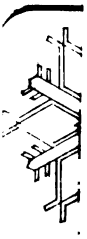


Fig. 7.



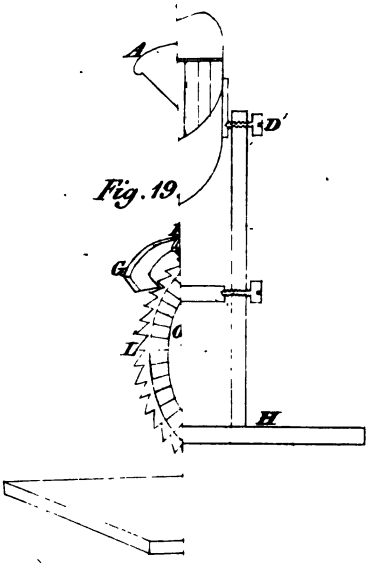


Fig. 19.

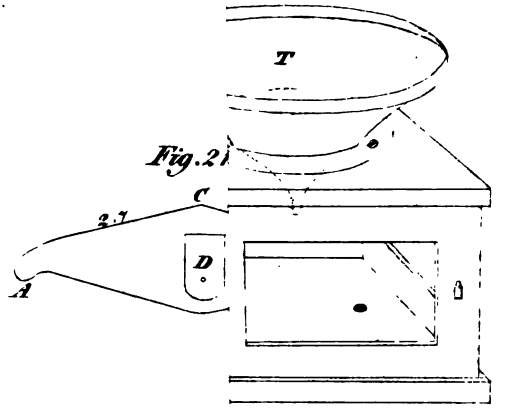
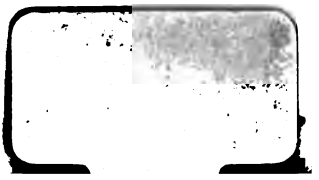


Fig. 2

Druckfehler.

- 22 Z. 8 von unten lese man des Ganzen statt das Ganze.
- 85 — 8 lies Maximum für Minimum.
- 90 letzte Z. l. unseren st. näheren.
- 96 Z. 19 l. unmittelbar st. unmittelbaren.
- 107 — 22 l. Medium st. Minimum.
- — — 26 l. diese st. jene.
- 111 — 31 l. zu solchen Zeiten st. zu Zeiten.
- 127 — 6 gehört die Anm. 37) zu Capstadt.
- 128 — 16 ist zu lesen: die Wärme des April im Allgemeinen etwas zu klein, die des October etwas zu groß.
- 128 Z. 23 l. verglichen st. versehen.
- 129 — 8 l. unterscheidet st. entscheidet.
- 130 — 12 l. Polarkreise st. Wendekreise.
- — — 23 l. eintheilen st. mittheilen.
- 135 — 6 l. Höhe st. Hitze.
- — — 16 l. Westküste st. Ostküste.
- 151 — 27 l. Str[illegible]nungen st. Störungen.
- 158 — 8 l. A[illegible]mometer st. Barometer.
- 195 — 6 l. eben so wenig st. eben wenig.
- 201 — 17 setze man hinter das zweite ebenfalls „Mouſſons."
- 207 — 26 l. wir st. sich.
- 267 — 1 ist zu lesen: Als Burckhardt nach seiner Reise durch die nubische Wüste.
- — — 12 l. trockner Luft auf feuchte Körper st. feuchter Luft auf trockne Körper.
- 312 — 3 v. u. l. welche die Atmosphäre bei dieser Temperatur enthalten kann.
- 383 — 18 füge man hinzu Fig. 12.